

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»

*На правах рукописи*

ЮРЕНКОВ ДЕНИС ВИКТОРОВИЧ

**ТРАНСФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ  
НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

**ДИССЕРТАЦИЯ**

**на соискание ученой степени кандидата экономических наук**

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономика инноваций)

**Научный руководитель:**

доктор экономических наук, доцент

Миронова Елена Александровна

Самара – 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	4
<b>Глава 1</b> Теоретические основы формирования и развития инновационной среды в цифровой экономике .....	12
<b>1.1</b> Сущность, содержание и концептуальные подходы к формированию и развитию инновационной среды .....	12
<b>1.2</b> Концептуальная роль и место цифровых технологий в инновационной среде на основе интернета вещей .....	26
<b>1.3</b> Трансформационные процессы в инновационной среде под воздействием комплекса цифровых технологий .....	44
<b>Глава 2</b> Анализ инновационных процессов и цифровых технологий в инновационной среде .....	59
<b>2.1</b> Анализ состояния и развития цифровых технологий в инновационной среде .....	59
<b>2.2</b> Цифровая среда применения технологий промышленного интернета вещей .....	75
<b>2.3</b> Формирование экосистемы цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе промышленного интернета вещей .....	97
<b>Глава 3</b> Модель управления развитием цифровых технологий на основе интернета вещей в сфере ЖКХ .....	114
<b>3.1</b> Алгоритм выбора стратегии внедрения цифровых технологий интернета вещей.....	114
<b>3.2</b> Методика оценки эффективности комплекса цифровых технологий в инновационной среде .....	118
<b>3.3</b> Разработка экономико-математической модели формирования оптимальной стратегии внедрения технологии интернета вещей .....	127

<b>3.4</b> Методика оценки потребительских предпочтений при внедрении технологий на основе интернета вещей в сфере ЖКХ .....	135
<b>3.5</b> Направления развития инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей.....	139
<b>Заключение</b> .....	150
<b>Список литературы</b> .....	158
<b>Приложения</b> .....	175

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Стратегической целью развития Российской Федерации выступает ее становление в качестве ведущего научно-технического государства с развитой наукой, собственным высокотехнологичным производством и инновационными технологиями, созданными в результате эффективного использования результатов НИОКР и научно-технического потенциала.

В связи с заявленной целью достижения государством положения поставщика инновационной продукции мирового уровня, отражающей перспективы его развития, в настоящее время приобрели особую актуальность вопросы формирования инновационной среды. Переход России к цифровой экономике обуславливает необходимость развития инноваций, выступающих главными направлениями ее инновационной политики, реализация которых осуществляется за счет формирования отечественной инновационной среды с учетом экономического и технологического суверенитета государства.

Внимание к вышеуказанным вопросам влечет за собой необходимость структурных изменений экономики РФ, создания и внедрения технологий инновационного рывка, позволяющих повысить динамику показателей инновационной деятельности. В России нужно создать условия для развития инноваций, чтобы экономика могла измениться. Необходимо разработать новую стратегию, которая поможет трансформировать национальную инновационную систему. В рамках этой стратегии нужно быстро создавать и внедрять инновационные технологии, которые будут превосходить зарубежные аналоги по новизне и качеству. Это поможет российским компаниям стать более конкурентоспособными на мировом рынке.

В настоящее время используемые методы оптимизации и развития инновационной среды не обеспечивают требуемых условий развития

национальной и региональных инновационных систем, в частности снижается уровень инновационной активности промышленных предприятий, численность занятого НИОКР персонала, количество выполнявших технологические инновации организаций, научно-исследовательских и проектно-конструкторских подразделений предприятий.

Актуальность темы исследования обусловлена глобальной тенденцией цифровизации экономики на основе цифровых технологий интернета вещей, которая, в частности, выражается в использовании «умных» технологий в процессах удовлетворения запросов потребителей, переформатирования и реализации инновационных бизнес-процессов, решения задач государственного управления. Сегодня цифровые технологии интернета вещей предполагают сеть межотраслевого взаимодействия, обеспечивающего решение задач различных потребителей. Связанные посредством технологий сети Интернет различные технические приборы становятся неотъемлемой частью информационно-коммуникационной системы делового рынка и комплекса средств по обеспечению комфортной среды населения.

**Степень разработанности проблемы.** Теоретические основы формирования и развития трансформационных процессов инновационной среды в цифровой экономике рассматривались в работе таких авторов, как: Г.И. Абдрахманова, А.Н. Агафонова, К.О. Вишневыский, Л.М. Гохберг, Ю.А. Кармышев, Г.Г. Ковалева, Л.В. Лapidус, А.А. Нестеров, В.Е. Панченко, Л.В. Полуниин, Ю.М. Полякова, Ю.Ю. Сулова, И.Г. Торосян, М.М. Хайкин и др.

Вопросы понятийного аппарата, а также структуры и аспектов функционирования интернета вещей освещались в работах зарубежных (Л. Ацори, М. Ваннах, Н. Гершенфелд, А. Иера, Д. Карбони, Р. Краненбург, Б. Упбин, Э. Флейш, Ч. Шенбергер, К. Эштон, М. Юнис) и отечественных (В.А. Довгаль, Д.В. Лисицкий, Д.А. Мещерякова, Э.Л. Сидоренко, Л. Черняк и др.) ученых.

Формирование экосистемы цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе промышленного интернета вещей представлено в трудах Л. Ацори, Ю.А. Беляевой, Н. Гершенфелда, Н.В. Городновой, Д. Карбони,

А.С. Козловой, Е.А. Нестеренко, Э.Л. Сидоренко, А.А. Смирновой, Э. Флейша, Л. Черняка и др.

Направления развития инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей отражены в работах А.Ю. Ануфриенко, Э. Бриссе, В.Н. Васиной, Н.В. Городновой, Г.И. Гумерова, О.А. Казиева, Т.В. Кокуйцевой, Н.В. Лужновой, М.В. Овсянникова, О.П. Овчинниковой, С.А. Подкопаева, А.А. Сараева, С. Хюзига, И.М. Черненко, Г. Шева.

Несмотря на значительную изученность темы исследования, следует отметить, что на данный момент число работ, которые содержат вопросы разработки современных информационных технологий, в частности технологий интернета вещей, нельзя признать достаточным. Это обуславливает необходимость исследования цифровых технологий инновационной среды на основе интернета вещей.

**Цели и задачи исследования.** Цель исследования – разработка теоретических положений, методических подходов и практических рекомендаций по развитию трансформационных процессов инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей. Данная цель реализуется путем решения следующих задач:

- уточнить и дополнить теоретические особенности развития трансформационных процессов инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей, обоснования их роли и места в инновационной среде;

- детерминировать трансформационные процессы в инновационной среде под воздействием комплекса цифровых технологий; предложить методический подход к принятию решения о развитии цифровых технологий на основе интернета вещей;

- предложить параметры формирования экосистемы цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе промышленного интернета вещей;

- разработать модель формирования стратегии внедрения и оценки эффективности комплекса цифровых технологий в инновационной среде, основанных на интернете вещей;

- предложить направления развития инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей.

**Объектом исследования** выступают теоретические положения, методические подходы и практические рекомендации по развитию трансформационных процессов инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей.

**Предметом исследования** являются организационно-экономические и управленческие отношения, складывающиеся в процессе развития трансформационных процессов инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей.

**Теоретической основой исследования** послужили труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам организации процессов в сфере инновационной деятельности промышленных предприятий, инновационной среде на основе цифровых технологий интернета вещей, использования результатов интеллектуальной собственности и их влияния на эффективность инноваций.

**Методологической базой** диссертационного исследования выступают фундаментальные труды зарубежных и отечественных ученых в сфере цифровой экономики, инноваций, цифровых технологий интернета вещей, моделей их оценки, а также прикладные исследования в сфере организации производства в инновационной среде. В работе применялись современные методы экономических исследований: логический, статистический, сравнительный и структурно-функциональный анализ, финансово-экономический анализ. В качестве инструментария использовались: процессный анализ инновационной деятельности, системный подход, методы научной абстракции, методы экономико-математического моделирования, а также прочие общенаучные методы и системные подходы.

**Информационной базой исследования** являются материалы официальных порталов и сайтов Правительства РФ, нормативно-правовые и законодательные акты РФ, официальные данные Федеральной службы государственной статистики и Федеральной службы по интеллектуальной собственности; разработки

профильных НИИ, научные, экономические и производственные издания, электронные базы данных и web-ресурсы по теме исследования; публикации отечественных и зарубежных ученых; материалы научно-практических конференций, а также отчетные данные исследуемых предприятий.

**Соответствие содержания диссертационного исследования паспорту научной специальности.** Область исследования по содержанию, объекту и предмету соответствует требованиям паспорта номенклатуры специальностей ВАК (экономические науки) по научной специальности 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономика инноваций): п. 7.5 «Цифровая трансформация экономической деятельности. Модели и инструменты цифровой трансформации»; п. 7.7 «Инновационная инфраструктура и инновационный климат. Проблемы создания эффективной инновационной среды».

**Обоснованность и достоверность полученных результатов исследования** обеспечивается путем осуществления анализа научных трудов зарубежных и российских ученых по развитию трансформационных процессов инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей, применения в процессе исследования апробированных научных методов и выражается в непротиворечивости полученных автором результатов, их соответствии теоретическим и методическим положениям в сфере развития цифровых технологий интернета вещей.

**Научная новизна полученных результатов** заключается в разработке теоретических положений, методических подходов и практических рекомендаций по развитию трансформационных процессов инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

1. Уточнены и дополнены теоретические особенности развития трансформационных процессов инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей, представленные:

- дополнением концептуальных подходов к формированию и развитию инновационной среды, в отличие от существующих, использованием цифровых технологий для развития инноваций;

- обоснованием роли и места цифровых технологий в инновационной среде на основе интернета вещей, в отличие от существующих, спецификой процесса предоставления технологий цифрового формата и инновационных продуктов в цифровой форме;

- систематизированием группировки цифровых технологий с точки зрения перспектив развития и расширения областей применения в системе интернета вещей, что способствует повышению их упорядоченности и управляемости;

- формированием архитектуры интернета вещей, в отличие от существующих, предполагающей сетевое взаимодействие уникально идентифицируемых устройств и программных продуктов, предназначенных для самостоятельного и безопасного управления массивами данных, результатом которого становится эффективное функционирование как отдельных объектов, так и сфер деятельности в целом.

2. Детерминированы трансформационные процессы в инновационной среде под воздействием комплекса цифровых технологий, в отличие от существующих, определяемые необходимостью развития инновационной деятельности субъектов хозяйствования. Предложен методический подход к принятию решения о развитии цифровых технологий на основе интернета вещей, включающий алгоритм и метаматематическую модель бинарного выбора, позволяющие выявить необходимость повышения качества предоставляемых технологий на основе оценки параметров, влияющих на уровень удовлетворенности потребителей.

3. Сформированы параметры экосистемы цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе промышленного интернета вещей, в отличие от существующих, представляющей новую бизнес-модель и организацию партнерств в целях реализации способов создания ценности для конечных потребителей и контрагентов, позволяющей использовать преимущества цифровых технологий, инновационной деятельности резидентов кластера,

технологий искусственного интеллекта, по аналогии с концепцией «умного» города.

4. Предложена модель формирования стратегии внедрения и оценки эффективности комплекса цифровых технологий в инновационной среде, основанных на интернете вещей, в отличие от существующих, позволяющая комбинировать различные технологии и представляющая дифференцированный подход к оценке эффективности деятельности оператора предоставления данных технологий в зависимости от модели их формирования.

5. Разработаны направления развития инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в дополнении теоретических положений, методических подходов и практических рекомендаций по развитию трансформационных процессов инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей, повышению их роли в инновационной деятельности отечественной экономики. Полученные теоретические и методические результаты представленного исследования доведены до уровня их практического использования и могут быть полезны в дальнейшем развитии научных исследований экономической деятельности.

**Практическая значимость диссертационного исследования** определяется тем, что предлагаемые подходы, методы, модели и направления развития инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей способствуют повышению эффективности функционирования российских субъектов хозяйствования на внутреннем и мировом рынках, так как предоставляют практический инструментарий развития инновационной деятельности на основе интеллектуальных результатов. Предложения автора по развитию инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей, повышению эффективности инновационной деятельности предприятий внедрены в деятельность внедрены в деятельность ООО «ВЕХА-РЕГИОН», ОАО «Самарская инновационная компания», ООО «УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ ВОЛГАТРАНССТРОЯ».

**Апробация работы.** Теоретические и практические результаты диссертационного исследования докладывались на международных и всероссийских научно-практических конференциях: «Устойчивое развитие России» (Петрозаводск, 2024 г.); «Трансформация российской науки в эпоху информационного общества» (Москва, 2024 г.); «Инновации в науке и технике: современные вызовы» (Москва, 2024 г.); «Современные исследования: теория, практика, результаты» (Москва, 2024 г.); «Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых» (Курск, 2023 г.); «Международная и межрегиональная интеграция в условиях пандемии: экономические, социокультурные и правовые проблемы» (Самара, 2020 г.).

**Публикации.** Автором по теме исследования опубликовано 11 научных работ общим объемом 6,3 печ. л. (личный вклад – 5,47 печ. л.), в том числе 4 статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, общим объемом 3,25 печ. л. (личный вклад – 2,87 печ. л.), 1 статья в научном журнале, индексируемом в наукометрической базе Web of Science, общим объемом 0,9 печ. л. (личный вклад – 0,45 печ. л.).

**Структура диссертационной работы,** включающей в себя введение, три главы, заключение, список литературы и приложения, соответствует целям и задачам, а также логике научного исследования.

## ГЛАВА 1

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

### 1.1 Сущность, содержание и концептуальные подходы к формированию и развитию инновационной среды

Россия стремится стать одним из лидеров в научно-технической сфере. Для этого необходимо активно использовать научные знания, развивать собственное производство и внедрять инновационные технологии. При этом важно эффективно применять результаты научных исследований и разработок в экономике. В настоящее время в стране наблюдается существенное расхождение между имеющимся уровнем научно-технического потенциала (НТП) и низкими показателями инновационных разработок и практического использования НИОКР.

В связи с заявленной целью достижения государством положения поставщика наукоемкой, инновационной и высокотехнологичной продукции мирового уровня, отражающей перспективы развития страны, на сегодняшний день особо стали актуальными вопросы формирования адекватных условий инновационной среды.

Переход России к информационной и цифровой экономике обуславливает необходимость развития Национальной инновационной системы государства, представляющей главные направления его инновационной политики, реализация которых может быть осуществлена за счет формирования отечественной инновационной среды с учетом экономического суверенитета государства и гармонизации всех ее элементов.

Стратегия инновационного развития РФ связана, прежде всего, со значительным повышением уровня инновационной активности и инновационного потенциала субъектов хозяйствования, представляющих основные характеристики (элементы) инновационной среды. Однако, с учетом геополитической ситуации и принимаемых мер по повышению данных показателей как в регионах РФ, так и в стране в целом, динамика показателей развития инновационной деятельности характеризуется сокращением количества организаций, выполнявших НИОКР, и снижением объемов инновационной деятельности (таблица 1.1).

По данным «Глобального инновационного индекса – 2023» (ГИИ-2023), Российская Федерация находится на 51-м месте из 132 стран, опустившись на 4 позиции по сравнению с 2022 годом [57].

Таким образом, можно констатировать, что в настоящее время используемые методы оптимизации и гармонизации инновационной среды не обеспечивают требуемых условий развития национальной и региональных инновационных систем (НИС и РИС), в частности снижается уровень инновационной активности промышленных предприятий, численность занятого НИОКР персонала, количество выполнявших технологические инновации организаций, научно-исследовательских и проектно-конструкторских подразделений предприятий.

Внимание к вышеуказанными проблемам влечет за собой необходимость структурных изменений экономики РФ, создание и внедрение технологий инновационного рывка, позволяющих повысить динамику прироста основных показателей инновационной деятельности.

Основоположником теории инноваций считается австрийский экономист Й. Шумпетер, опубликовавший в 1911 году научную работу «Теория экономического развития», в которой раскрыл сущность, структуру, представил формулировку инноваций (под которыми понимал «внедрение новшеств, различных изменений в производство, а также использование новых видов товаров (услуг) с целью формирования дополнительной стоимости»), представил базовые различия между новшеством и изобретением [88].

**Таблица 1.1 – Динамика ключевых показателей инновационной деятельности субъектов хозяйствования РФ**

Показатели	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Уровень инновационной активности организаций, %	14,6	12,8	9,1	10,8	11,9	11,0
Число организаций, выполнявших технологические инновации, в общем числе организаций, %	20,8	19,8	21,6	23,0	23,0	22,8
Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, обследованных организаций, в общей численности персонала, %	19,0	18,0	15,0	17,0	19,0	21,0
Число научно-исследовательских, проектно-конструкторских подразделений, ед.	22 473	24 541	26 649	31 059	27 677	27 218
Объем отгруженной инновационной продукции, млн руб.	4 166 998,7	4 516 276,4	4 863 381,9	5 189 046,2	6 003 342,0	6 224 528,0
Затраты на инновационную деятельность предприятий и организаций, млн руб.	1 404 985,3	1 472 822,3	1 954 133,3	2 134 038,4	2 379 709,9	2 662 571,1
Промышленное производство, млн руб.	3 403 055,2	3 693 061,6	3 871 481,1	3 999 391,8	4 582 372,5	4 662 183,6
Удельный вес инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции, %	6,7	6,0	6,1	6,4	5,5	5,2
Удельный вес предприятий, осуществивших технологические инновации, от общего числа обследованных, %	20,8	19,8	21,6	23,0	23,0	22,4
Разработанные передовые производственные технологии РФ, ед.	1402	1565	1620	1989	2186	2621
Используемые передовые производственные технологии РФ, ед.	240 054	254 927	262 645	242 931	256 582	269 541
Примечание – Разработано автором на основе: [35].						

В современной экономической литературе имеется несколько десятков определений понятия «инновации». По мнению автора, наиболее точно детализирует данную категорию А.И. Пригожин, который в своих работах пишет, что «инновации вызывают изменения в среде внедрения продукции или технологий за счет целенаправленного увеличения представленных в ней элементов. Данная формулировка инноваций предполагает утверждение, что инновации являются центральным местом в структуре экономических взаимоотношений: инновационного климата, инновационной среды и др.» [61]

В России понятие «инновация» было официально закреплено в правительственном постановлении «О Концепции инновационной политики Российской Федерации на 1998–2000гг.» [5]. Однако в этом документе не упоминается инновационная среда, что, вероятно, связано с экономическим кризисом в стране.

Между тем, опыт развитых стран показывает, что государство играет ключевую роль в формировании инновационного общества, активно накапливая и распространяя знания во всех сферах жизни. Поэтому важно, чтобы государство взяло на себя ведущую роль в создании и развитии инновационной среды.

По мнению автора, основные функции государства в этой области включают:

- разработку стратегий экономического развития;
- обеспечение баланса между элементами инновационной среды;
- поддержку производства и воспроизводства в инновационной среде;
- стимулирование инновационной активности предприятий.

Одной из основных проблем отечественной экономики является то, что сегодня в экономике в целом недостаточно инновационных технологий, ресурсов и механизмов для быстрого решения задач по переходу к инновационной экономике – в стране отсутствуют необходимые элементы инновационной среды, способствующие инициации и коммерциализации инноваций. Этому способствуют и существующие недостатки в нормативно-правовой базе и институциональном обеспечении инновационного сектора.

Решение данных вопросов находится в двух взаимопересекающихся плоскостях инновационной деятельности, которая обуславливается:

- требованиями к формированию и развитию внешней среды инновационной деятельности – внешних условий, стимулирующих инновационное развитие (наличие институтов и организационных НИС и РИС);

- созданием внутренней среды для инновационной деятельности у субъектов хозяйствования – инновационного потенциала, отражающего способности по инициированию идей и осуществлению процессов их коммерциализации.

Активизированию в России инновационной деятельности, обусловленного созданием инновационной среды, способствуют структурные изменения в экономике, разработка новой промышленной политики и инновационной стратегии, направленных на трансформацию НИС, в рамках которой требуется в ускоренном режиме разрабатывать, осваивать и внедрять прорывные инновационные технологии, замещающие и опережающие по уровню новизны и технологическим качествам импортные аналоги, приводящие к росту конкурентоспособности российских предприятий на внешних рынках [20]. «Структура НИС включает следующие элементы: государство – институты государственной политики в сфере инноваций; нормативно-правовая база, регулирующая инновационную деятельность; институты создания и диффузии знаний; институты инновационного инфраструктурного обеспечения; институты коммерциализации инноваций; субъекты инновационного производства» [20].

Для формирования инновационной среды, обеспечивающей эффективную деятельность на всех стадиях инновационного процесса, кроме НИС, требуется развить и гармонизировать (оптимизировать) внутренние и внешние факторы производства новшеств, основным условием формирования и реализации которых является наличие у субъектов хозяйствования адекватного инновационного потенциала, являющегося частью совокупного ресурсного потенциала предприятия, характеризующегося сочетанием необходимых ресурсов: интеллектуальных, материальных, технологических, финансовых, кадровых, инфраструктурных и пр.

Наличие обозначенных внешних условий и внутренней среды, определяющее инновационную среду, выступает ключевым условием реализации эффективной инновационной деятельности субъектов хозяйствования.

Понятие «инновационная среда» появилось в науке в середине 1980-х благодаря группе учёных из Европейской группы по изучению инновационной среды (GREMI). Среди них были М. Кастельс, Ф. Айдало и П. Холл. «Это понятие изначально использовалось для системного анализа условий, которые способствуют появлению и развитию новых рынков, генерации новых идей, созданию новых производств и активизации инновационных процессов» [41].

М. Кастельс подчеркивал, что технологическая инновация – это не отдельное событие, она включает набор данных: состояние институциональной и индустриальной среды; состояние развития знаний; наличие требуемой квалификации работников для решения технологической проблемы; экономическую ментальность, в целях выгодного использования инноваций; производственные возможности и потребительские предпочтения пользователей; уровень развития коммуникаций заинтересованных сторон [41, с. 56].

Концепция создания инновационной среды отражалась с институциональной точки зрения. М. Кастельс выявил «специфику инновационной среды, заключающуюся в ее особенности генерировать синергию, которая проявлялась путем взаимодействия составляющих ее элементов.

По мнению ученых GREMI:

- инновационная среда предполагает определенные условия для формирования, разработки и распространения инноваций;
- основой для инновационной деятельности выступает институциональный (социологический) аспект ее организации;
- в инновационной среде все входящие в нее элементы взаимосвязаны» [41].

Элементы инновационной среды по GREMI представлены на рисунке 1.1.



**Рисунок 1.1 – Элементы инновационной среды (по GREMI)**

Примечание – Разработано автором на основе: [63].

Когда формируется и развивается инновационная среда, её элементы тесно связаны друг с другом. От характера этих связей зависят результаты работы инновационной среды. Они могут быть как положительными, так и отрицательными.

Чтобы инновационная среда могла полноценно функционировать и развиваться, необходимо обеспечить согласованность её возможностей. Это включает в себя взаимодействие научных и производственных структур, эффективное использование инвестиций и наличие необходимой инфраструктуры и правил.

Проведенное исследование отечественной и зарубежной научной литературы позволило выявить теоретико-методические подходы к определению понятия инновационной среды экономической системы (региональной и национальной). Данные подходы объединяют различные трактовки инновационной среды в единую систему, позволяющую представить различные стороны инновационной среды для их изучения (таблица 1.2).

Концептуальные подходы к инновационной среде отражают ее многогранный характер и представляют направленность исследований. По мнению

автора, к числу основных задач развития инновационной среды относится и задача формулировки общепризнанного определения данного понятия с учетом целей проводимого исследования. Основываясь на представленных теоретических и методических подходах, автор предлагает следующее дополнение данной дефиниции: инновационная среда представляет собой комплексное понятие, поле взаимодействия субъектов хозяйствования с ресурсами и компетенциями инновационной деятельности, возможность получения доступа к современным научным технологиям и использования их в качестве ресурсов для развития инновационной деятельности.

**Таблица 1.2 – Основные теоретико-методические подходы к трактовке понятия инновационной среды**

Подход к определению	Авторы подхода	Содержание подхода
Институционально-социологический [40]	Й. Шумпетер, Ю.А. Карпова, С.Д. Ильенкова, Ю.А. Дорошенко	«Инновационная среда представляет институционально-социальное пространство, общество, предназначена для увеличения восприимчивости общества к инновациям, использования потенциальных возможностей для научных открытий» [33, 40, 87]
Системный [33; 87]	Й. Шумпетер, Ю.А. Дорошенко, С.Д. Ильенкова	«Инновационная среда – это многоуровневая система, которая объединяет факторы воздействия внешней и внутренней среды, оказывающие влияние на инновационные процессы и их участников. Внешние факторы: институциональные, информационные, социальные, экономические, политические и технологические. Внутренние факторы: персонал, производство, маркетинг, финансы, инфраструктура» [33, 87]
Альтернативный [34]	Е.В. Забуга, Ю.Н. Божков, В.А. Логинова, Е.В. Мурашова	Авторы предполагают «альтернативную замену понятия «инновационная среда» на близкие по содержанию термины «предпринимательская среда», «бизнес-среда» и «деловая среда»» [34]
Средовой [85]	Н.О. Чистякова, Е.Е. Лаврищева, Н.А. Патутина, Д.Л. Малютин	«Инновационная среда отражает традиционные положения о «среде» как об условиях для развития общества, которые предполагают изменения для улучшения качества жизни людей» [85]
Территориальный [27]	М.В. Владыка, А.С. Бендь, А.М. Губернаторов, О.И. Кузнецов	Авторы рассматривают «инновационную среду с точки зрения масштаба объекта исследования (микро-, мезо- и макроуровня) или в плоскости регионального, отраслевого, национального и мирового уровней» [27]

Окончание таблицы 1.2

Подход к определению	Авторы подхода	Содержание подхода
Трансформационный [20]	В.Д. Богатырев, Н.М. Тюкавкин, Б.Н. Васильев	«Инновационная среда представляет собой условия для активизации преобразования инновационной деятельности в рамках политики импортозамещения России» [20, 75]
Примечание – Разработано автором.		

Главная цель создания инновационной среды – объединить усилия науки, государства и бизнеса для развития инновационной деятельности. Это позволит значительно улучшить передовые технологии и условия работы научно-исследовательских институтов. В результате экономика России сможет перейти на новый технологический уровень.

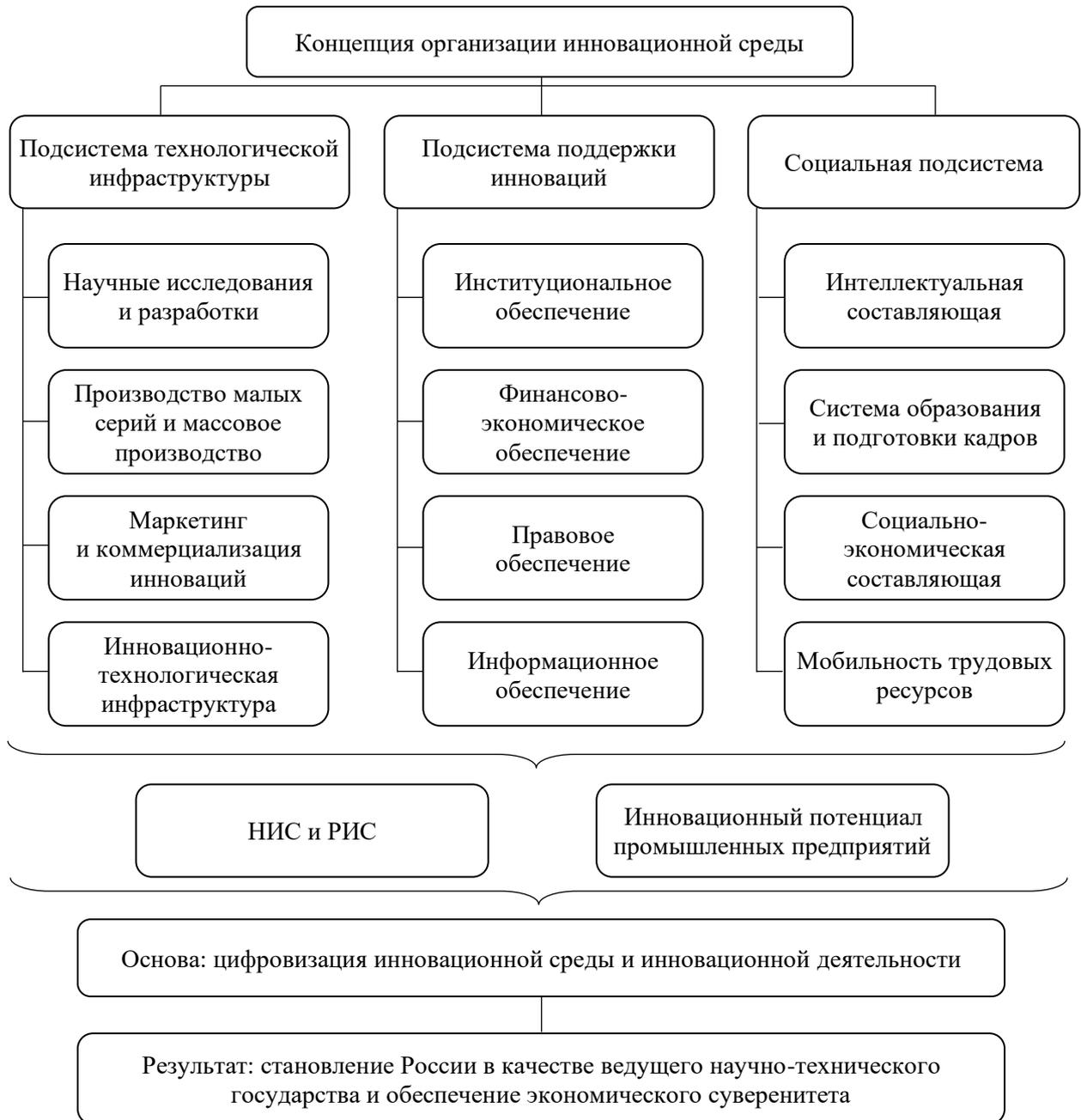
Развитие инновационной среды – это ключевой фактор для стабильного и сбалансированного развития инновационной системы на национальном и региональном уровнях. Она напрямую связана с использованием результатов научных исследований и разработок для создания новых продуктов и технологий, а также их производства и продажи на рынке [51].

Отсюда, инновационная среда экономических систем определяется тремя основными подсистемами: (1) подсистемой технологической инфраструктуры, (2) подсистемой поддержки разработки и реализации инноваций и (3) социальной подсистемой.

Концептуальные подходы к формированию и развитию инновационной среды в рамках GREMI-подхода по своему содержанию близки с концепцией агломерации, концепцией кластерного развития, концепциями НИС и РИС (таблица А.1, приложение А). Автор, анализируя различные теории и подходы к формированию и развитию инновационной среды, предлагает рассматривать её как территориальное пространство, где действуют определённые организационно-правовые, социально-экономические и политические условия. В этой среде интегрированы институты, которые обеспечивают инновационную деятельность промышленных предприятий, а также инновационная инфраструктура, интеллектуальный и человеческий капитал. Всё это направлено на повышение

инновационного потенциала хозяйствующих субъектов и способствует реализации механизмов инновационного развития на уровне государства и регионов.

Для того чтобы структурировать и систематизировать элементы инновационной среды, автор предлагает использовать концептуальный подход, который включает в себя концепцию развития национальной инновационной системы (НИС), инновационный потенциал промышленного сектора и процессы цифровизации экономики (рисунок 1.2).



**Рисунок 1.2 – Концепция построения инновационной среды экономических систем**

Примечание – Разработано автором.

В понятие «инновационная среда» составной частью входит понятие инновационного потенциала, включающего ряд условий, необходимых для осуществления технологического прорыва в инновационной деятельности, в том числе и при помощи региональных кластеров, отражающих структуру РИС [52].

Из предложенной концепции следует, что инновационная среда экономических систем представляет собой специфическую совокупность условий, необходимых для эффективного формирования и развития инновационной деятельности субъектов хозяйствования.

Инновационная среда выступает неотъемлемой составляющей инновационного развития экономических систем. Согласно Ю.А. Кармышеву, инновационное развитие экономических систем на макроэкономическом уровне отражает направления инновационной деятельности и пути их достижения, определяемые механизмами государственного регулирования экономики и рыночной самоорганизацией субъектов хозяйствования, обусловленных ориентацией всех сфер экономики на комплексное применение инноваций в промышленном производстве продукции [39].

В связи с тем, что процессы инновационного развития могут эффективно реализовываться лишь при наличии определенных условий, которые созданы инновационной средой, предпосылкой создания эффективной инновационной системы выступает инновационная среда.

Более системно инновационную среду рассматривает А.Н. Алексеев, представляя ее в качестве внешнего окружения инновационной системы промышленного предприятия, состоящей из факторов дальнего окружения (макросреды), которые малодоступны для предприятия, и факторов ближнего окружения (микросреды), поведение которых может контролироваться предприятием [14].

Проведенные исследования дефиниций инновационной среды показали, что наиболее употребимым является определение, согласно которому инновационная среда – это политическая, социально-экономическая и нормативно-правовая сфера, окружающая создание инноваций, коммерциализацию и диффузию новшеств.

Далее представим выделенные в процессе исследований элементы, формирующие инновационную среду (рисунок 1.3).



**Рисунок 1.3 – Основные элементы инновационной среды**

Примечание – Разработано автором.

К традиционным элементам инновационной среды, определяемым GREMI, относятся: производство, инновации, инвестиции, инфраструктура, потребители инноваций, технологии, персонал, ресурсы, инфраструктура. Автор дополнительно выделяет элементы внешней макросреды, элементы микросреды, элементы инновационной макро- и микросреды, включая систему образования и науки, НИОКР, коммерциализации, информации и пр.

Для исследования принципов формирования и развития инновационной среды, в качестве условий стимулирования и содействия инновационным процессам, представим основные принципы формирования инновационной среды (таблица 1.3).

**Таблица 1.3 – Основные принципы и условия формирования инновационной среды**

Признак	Содержание
Принцип равных возможностей для реализации технологий	Данный принцип означает, что инновационная среда предприятия должна обеспечить равную возможность для всех участников для осуществления новых решений инновационных задач
Системный подход	Формирование инновационной среды должно основываться на системном анализе, означающем необходимость формирования критериев эффективности инновационной среды с системных позиций
Единство информационной базы	В системе формирования и развития инновационной среды вся информация, необходимая для выполнения задач инновационного развития, должна накапливаться и своевременно обновляться, являясь доступной для всех пользователей
Принцип комплексности и непрерывности развития	Отражает комплексность решения задач и непрерывность развития всех процессов инновационной среды в связи с их взаимосвязанностью
Принцип синергии	Предполагает дополнительное повышение эффектов функционирования среды за счет взаимодействия элементов среды
Принцип ориентации на будущее	Развитие инновационной среды ориентируется на передовые технологии, тренды инновационного развития, потребности потребителей
Принцип цифровизации	Означает переход на цифровые передовые технологии, формирующие новые цепочки создания стоимости, с интегрированными экосистемами, цифровыми платформами стимулирования инноваций
Примечание – Разработано автором.	

Учет представленных принципов повышает возможности исследования тенденций, форм, способов формирования и развития инновационной среды в экономических системах с учетом современных вызовов. В эпоху цифровой

экономики компании применяют современные технологии, чтобы укрепить свои позиции на рынке, привлечь больше клиентов и выделиться среди конкурентов. Они используют искусственный интеллект, технологии дополненной и виртуальной реальности, а также персонализированный маркетинг для создания уникального клиентского опыта.

При цифровизации экономики традиционные технологии и цепочки создания стоимости с ограниченным количеством партнеров уступают место интегрированным экосистемам, использующим цифровые платформы формирования новой ценности, стимулирования инноваций за счет взаимосвязи продукции, активов и процессов. По прогнозам, свыше 67% мирового ВВП будет переведено в цифровую форму в 2024 году [113]. Кроме того, цифровые процессы влияют на остальные базовые цели экономической политики – занятость, спрос и предложение на рынке, доходы населения, устойчивость бюджетов [19].

Развитие инновационной среды цифровой экономики представлено двумя тенденциями: (1) переходом на наукоемкие, прорывные инновационные технологии и (2) образованием облачных платформ, определяемых цифровыми технологиями и трансформацией инфраструктуры.

Согласно мнению В.Е. Панченко, основной тенденцией развития национальной экономики является ее полная цифровизация, всех видов экономической деятельности, а также политической и общественной жизни. Продуктами и инструментами цифровизации выступают: Big Data, искусственный интеллект, цифровые и нейротехнологии, системы распределенного реестра, интернет вещей, технологии блокчейн и многое другое [55].

В связи с появлением цифровых технологий возникла необходимость в обновлении инновационной среды и, в первую очередь, системы образования, занимающейся подготовкой специалистов, которые обладают цифровыми компетенциями. Требуют трансформации и механизмы формирования инновационной среды в цифровой экономике, которые призваны способствовать активизации инновационной деятельности, базирующейся на инновационном

потенциале субъектов хозяйствования, а также их возможностях и готовности к продвижению инноваций в различных сегментах экономики.

Интеграцию информационных и технологических возможностей представляет собой механизм создания инновационной среды цифровой экономики. Элементы данного механизма базируются на инновационных циклах инновационного процесса, что отражается его изменениями в зависимости от условий и принципов сегментов экономики.

## **1.2 Концептуальная роль и место цифровых технологий в инновационной среде на основе интернета вещей**

Активизация и глобализация различных форм взаимодействия субъектов социально-экономической жизни общества обусловили не только необходимость нивелирования ограничений факторов времени и физической дислокации производства. В основу изменений, происходящих на современном рынке инноваций, прежде всего, положены такие ценности, как цифровизация экономики, комфорт и безопасность жизнедеятельности общества, а также поиск новых направлений совершенствования инновационных бизнес-процессов.

Категория «цифровые технологии» появилась в научном обороте в результате расширения онлайн-взаимодействия между производителями благ и их потребителями и активизирования исследований его инновационного характера и специфики, при этом определяющим признаком таких благ названо применение ИТ и электронных телекоммуникационных средств в процессе их производства и потребления [12].

Изучение концептуальной роли и места цифровых технологий в инновационной среде в условиях цифрового взаимодействия субъектов

потребовало дальнейшего уточнения ключевого фактора производства новых видов и подвидов технологий, иной интерпретации их свойств и критериев оценки, а также модернизации группировки современных форм обслуживания в условиях цифровой экономики (рисунок 1.4).



**Рисунок 1.4 – Свойства, критерии и формы технологий в инновационной среде**

Примечание – Разработано автором.

В традиционном понимании, технология представляет собой совокупность методов и инструментов для достижения желаемого результата; в широком смысле – применение научного знания для решения практических задач, включая способы, режимы работы, последовательность действий.

В определении цифровой экономики, изложенном в Стратегии развития информационного общества Российской Федерации на 2017–2030 годы, в качестве ключевого фактора современного производства товаров и услуг обозначены «данные в цифровом виде» [8]. Современное представление о видах факторов производства, наряду с классическими (труд, земля, капитал), отдельно включает знания и информацию.

Таким образом, в условиях цифровизации, с одной стороны, можно констатировать смену фактора производства, которым становится информация, а не труд. С другой стороны, следует отметить, что информация в цифровой форме представляет собой конечный результат приложения высококвалифицированного интеллектуального труда, создающего как технические устройства, так и необходимое для их взаимодействия в процессе сбора, обработки и анализа большого объема данных программное обеспечение и коммуникации. Следовательно, можно утверждать, что в инновационной среде цифровой экономики конкретизирована форма труда как фактора производства и обозначена необходимость использования цифровых технологий – особых знаний, умений, устройств для адаптации к процессам цифровизации.

Т. Хилл интерпретирует технологию как «согласованную модификацию состояния потребляющей экономической единицы или принадлежащего ей продукта, производимую в результате деятельности обслуживающей экономической единицы» [59]. Следует отметить, что в технологических процессах цифрового формата согласие реципиента интегрироваться в данный процесс изменения не требует личного присутствия или подтверждения в классической устной или письменной форме. Акцептация договоров в настоящее время фиксируется посредством электронных цифровых подписей.

Системное видение технологических процессов в инновационной среде цифровой экономики отражено К. Гренросом, который включает в него ряд действий, происходящих между потребителями и исполнителями, с привлечением физических ресурсов и систем обслуживающей организации [112]. Данный подход к представлению структуры технологических процессов, в целом, применим и в цифровой среде, при условии уточнения состава материальных ресурсов и систем, привлекаемых в процессе производства и потребления данных в цифровой форме: электронно-вычислительные машины, мобильные устройства и приложения, тип связи между ними и т.д.

Ф. Котлер подчеркивает, что технологические процессы производства могут быть как связанными, так и не иметь никакой связи с продуктом в его материальном виде [43]. Иными словами, результат функционирования производственной системы, представляющей собой набор материальных объектов и комплекс технологий, может рассматриваться и как физический предмет, и как неосязаемое благо, что служит основой разделения всего многообразия услуг на материальные и нематериальные.

Особенностью технологических процессов, к которым можно отнести цифровой формат, является их информационно-консультационный характер, в большей степени умственный, чем физический труд исполнителя. Результат технологических процессов представляет собой материально неосязаемый объект, в качестве которого может выступать актуальная информация или эффективная организация деятельности.

Национальный стандарт РФ (ГОСТ Р 113.00.04-2020 «Наилучшие доступные технологии») отражает характеристику применяемых технологических и технических решений с указанием основных стадий процесса и возможных вариантов их реализации на предприятии; в нем описываются экономические аспекты применяемых технологий, методов, решений. Для каждой стадии указаны входные и выходные материальные потоки, основные энергетические потоки, условия проведения процесса или основные операции, основные выбросы и сбросы [11].

Подобное представление технологий подчеркивает их неотделимость от производства и корректируется в новой цифровой среде хозяйствования. С одной стороны, современные контрагенты могут быть географически независимы друг от друга, с другой – производство новых цифровых продуктов, технологий и услуг не всегда предполагает стационарный тип предприятия, исключительно на базе которого должно проводиться обслуживание.

П. Дойль, Ф. Котлер, Г. Ассель, Е.П. Голубков и другие ученые сходятся во мнении, что технологии, представленные одновременно как деятельность (процесс), так и благо (результат), в силу характерной неосвязаемости, нельзя автоматически расценивать как собственность производителя или потребителя [49].

Цифровые технологии, предоставляемые в инновационной среде цифровой экономики, сохраняют свою невозможность предварительной органолептической их оценки перед непосредственным использованием. Они по-прежнему характеризуются цифровыми процессами, возможностью их предоставления в цифровой форме, но проблемы колебания спроса, как в случае с физическим продуктом, проявляются в них в меньшей степени, поскольку их реализация осуществляется в цифровой форме, что дает возможность обслуживать множество клиентов одновременно и использовать их по мере необходимости, в любой момент времени. Вместе с тем ограничением могут служить мощность компьютерной техники, загруженность интернет-сети и, если таковое предусмотрено, необходимость личного сопровождения специалиста компании – исполнителя услуг.

По мнению М.М. Хайкина, особенностью использования технологий в инновационной среде цифровой экономики является необязательность совпадения во времени процессов их производства и потребления [79]. Действительно, виртуальное пространство дистанцированного взаимодействия участников процесса купли-продажи технологий меняет представление о функционировании производителя услуг исключительно в режиме реального времени. Следует, однако, сказать о том, что инициация обслуживания со стороны производителя

сама по себе в любой, в том числе электронной, среде реализации услуг не носит односторонний характер.

Также можно утверждать о временной и пространственной десинхронизации различного рода социальных и профессиональных взаимодействий в инновационной среде, ставших, по мнению Э. Тоффлера, следствием глобализации экономики, трансформировавшейся в неоиндустриальную экономику [74].

Что касается такого свойства технологий, в том числе цифровых, как непостоянство качества, то в той или иной степени оно, безусловно, дифференцируется с учетом индивидуальных требований заказчика. Однако следует отметить, что особенностью деятельности предприятия в электронном формате является масштабируемость бизнес-процессов, когда предварительно сформированный контент (электронная книга, обучающий курс, программное обеспечение и т.п.), в одном и том же качестве одновременно реализуется неограниченному числу потребителей.

Реализация цифровых технологических процессов в инновационной среде экономики базируется на современных свойствах информации, предполагая потребление, например, программных продуктов, качество которых будет стандартизированным для выбравших данную категорию потребителей. И именно этот факт единого гарантированного качества электронных технологий во многом определяет ее выбор.

Критерии оценки традиционных технологий, используемых потребителями, которые предложили В. Зейтамл, А. Парашураман, Л. Берри [21], в условиях цифровой экономики наполняются новым содержанием, обусловленным современными проблемами масштабного распространения информационных технологий в социальной и бизнес-среде. Так, под надежностью цифровых технологий понимается их способность гарантированно удовлетворять потребности клиентов, а требование безопасности, определяемой приемлемым уровнем рисков для ее потребителей в условиях нематериальных носителей личной и деловой информации, является приоритетным.

Соответствие критерию доступности цифровых технологий, определяемому легкостью и временем на их получение, в электронном пространстве достигается развитием технического оснащения субъектов цифровой экономики. Быстрое решение посредством ИТ многочисленных задач, особенно типовых, отличающихся трудоемкостью, обуславливает заметную оптимизацию затрачиваемого времени.

Ключевые инструменты инновационной среды цифровой экономики – информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – позволяют формировать и обрабатывать практически неограниченный объем структурированных и неструктурированных данных, что обеспечивает высокую степень полноты, точности и обновления маркетинговой информации.

Изучение научных публикаций, посвященных проблемам выбора наиболее оптимального метода оценки эффективности цифровых технологий, показало, что большинство их авторов отдает предпочтение оценке соответствия ожиданий и впечатлений от использования технологии, представленной в модели расхождения их качества (GAP-модель). Одной из причин возможных разрывов в оценках ожидаемой и полученной цифровой технологии является недостаточная осведомленность их производителя о требованиях потребителей.

Л.В. Лapidус в соавторстве с Г.В. Бестолковой пишут о замещении в процессе обслуживания классической формы межличностной связи на взаимодействие человека и машины, которым обусловлены изменения в ожиданиях и потребительском восприятии качества цифровых технологий. Авторы предлагают объединить совокупность методик оценки качества электронных технологий в две группы. К первой отнести методики, в которых присутствует измерение коммерческих показателей сайта, – поведенческие. Ко второй – методики, связанные с изучением мнений потребителей и экспертов относительно конкретной технологии, – установочные [44].

Наиболее известными методиками оценки качества цифровых технологий считаются WEBQUAL, E-SERVQUAL, ETailQ и E-S-QUAL.

В. Зейтамл, предлагая критерии оценки качества традиционных технологий потребителями, предусматривает при описании метода E-SERVQUAL комбинацию измерительных – главной и восстановления – шкал (рисунок 1.5).



**Рисунок 1.5 – Сочетание измерительных шкал перечней критериев оценки потребителями качества традиционных технологий методом E- SERVQUAL В. Зейтамл**

Примечание – Разработано автором на основе: [118].

Базирующаяся на классической методике SERVQUAL оценка качества технологий по методу E-SERVQUAL предполагает нахождение среднего балла (в соответствии с 5-балльной шкалой Лайкерта) на основе опроса потребителей двух вариантов одних и тех же показателей, связанных с ожидаемым качеством и качеством используемой технологии. Разница между этими вариантами и образует так называемый GAP-разрыв.

Оценить качество предоставления цифровых технологий в инновационной среде наиболее полно и комплексно позволяет разработанная под руководством

Л.В. Лapidус методика e-SQMSU, предполагающая измерение интегрального индекса качества используемых цифровых технологий e-SQMSU Index. В зависимости от типа и комбинации процессов, лежащих в основе цикла использования технологий, разработчики выделили 12 критериальных групп (таблица 1.4), по которым и проводится исследование (методика аналогична E-SERVQUAL).

**Таблица 1.4 – Группы критериев в составе интегрального индекса качества цифровых технологий по методу e-SQMSU**

Критериальная группа	Обозначение	Другие методики, оценивающие аналогичную критериальную группу
1 Осязаемость	PPB Index	-
2 Надежность информационных систем	PLB Index	Надежность (E-SERVQUAL), конфиденциальность (E-S-QUAL)
3 Безопасность	SCR Index	Безопасность (E-SERVQUAL, SITEQUAL, E-Service Quality, E-travel service quality)
4 Гарантированность	GR Index	Исполнение заказа (E-S-QUAL), ответственность (E-SERVQUAL), качество обслуживания покупателей (E-Service Quality 2016)
5 Доступность (поисковая, физическая)	ALB Index	Доступность (E-SERVQUAL), техническое качество системы (E-S-QUAL)
6 Отзывчивость, эмпатия	RP Index	Персонализация (E-SERVQUAL), взаимоотношения с потребителями (E-travel service quality)
7 Юзабилити	U Index (EU Index, UMV Index)	Юзабилити (WEBQUAL 4.0), функциональность сайта (E-travel service quality), простота использования (SITEQUAL, E-Service Quality), простота навигации (E-SERVQUAL), эффективность (E-S-QUAL)
8 Скорость реагирования системы и оперативная помощь	RR Index	Ответственность (E-SERVQUAL), скорость обработки (SITEQUAL)
9 Обратная связь, включая послепродажное сопровождение	FB Index	Качество обратной связи (E-Service Quality 2016), взаимодействие с сервисом (WEBQUAL 4.0)
10 Информация (контент/читабельность)	C Index	Точность информации (E-Service Quality 2006), качество информации (E-travel service quality), осведомленность о цене (E-SERVQUAL)
11 Визуализация (дизайн/инфографика)	VQ Index	Дизайн (SITEQUAL, E-Service Quality 2006, 2016), внешний вид сайта (E-SERVQUAL)
12 Время обслуживания	TS Index	Скорость обработки (SITEQUAL)
Примечание – Составлено автором на основе: [92].		

Методика e-SQMSU в определенной степени уникальна, что следует из анализа содержания описанных критериальных групп. Разработчики считают, что

новизна методики состоит в комплексном понимании и учете природы цифровых технологий и их сущности с точки зрения всех процессов производственного цикла, где могут быть недоработки.

Как уже было отмечено выше, воздействие цифровой экономики на развитие сферы электронных технологий способствовало как модернизации традиционных форм обслуживания, так и появлению качественно новых, цифровых технологий. Чтобы лучше понять теоретические основы использования цифровых технологий в инновационной экономике, необходимо определить критерии для классификации различных форм обслуживания, которые зависят от содержания технологии и места её предоставления (рисунок 1.6).



**Рисунок 1.6 – Модернизированная группировка цифровых технологий в инновационной среде экономики**

Примечание – Разработано автором.

В рамках признака места предоставления технологий следует обозначить инновационную среду взаимодействия производителя и потребителя продукции, что обусловлено спецификой процесса предоставления как традиционных технологий цифрового формата, так и инновационных продуктов в цифровой форме. К формам обслуживания необходимо добавить форму удаленного обслуживания, получившую распространение в условиях развития ИКТ, включая интернет вещей.

Таблица 1.5 – Классификация цифровых технологий в инновационной среде экономики

Статус цифровых технологий	Уровень контакта организации – производителя технологий и потребителей	
	средний	низкий
Непосредственно цифровые технологии	IT-технологии: - технологии в сфере НИОКР; - технологии разработки программного обеспечения и консультирование в этой области; - прочие технологии, связанные с использованием вычислительной техники и ИКТ	IT-технологии: - обработка данных; - деятельность по созданию и использованию баз данных и информационных ресурсов сети Интернет
	Система цифровых ИКТ: - технологии в области подвижной связи; - технологии межсистемной связи; - технологии в области передачи данных; - технологии телематических видов связи; - технологии в области кабельного вещания, эфирного вещания и проводного радиовещания; - прочая деятельность в области электросвязи	Онлайн-технологии, технологии удаленного доступа, технологии интернет-торговли и др. Технологии электронных торговых площадок Образовательные технологии онлайн-курсов
Цифровые технологии как часть технологического процесса	Технологии розничной торговли, кроме торговли автотранспортными средствами, мотоциклами и специализированной интернет-торговли	
	Технологии оптовой торговли, включая торговлю через агентов, кроме торговли автотранспортными средствами и мотоциклами	
	Технологии издательской деятельности	
	Технологии вспомогательной и дополнительной транспортной логистики	
	Технологии кинопроизводства, проката и показа фильмов	
	Прочие виды технологий: - технологии предоставления государственных услуг; - технологии деятельности туристических агентств; - финансовые технологии; - технологии страхования	
Примечание – Составлено автором на основе: [58].		

Г.И. Абдрахманова, Г.Г. Ковалева и С.М. Плаксин в вопросах классификации цифровых технологий в инновационной среде экономики рекомендуют придерживаться групп, видов и подвидов в соответствии с ОКВЭД 62.09 – Деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий [58]. Основываясь на предложенном подходе,

дополним перечень классифицируемых технологий, предоставляемых некоммерческими организациями населению. Классификация цифровых технологий представлена в таблице 1.5.

В контексте расширения областей применения и очевидных перспектив поступательного развития обращают на себя внимание доказавшие свою эффективность в техническом и социальном аспектах сетевые технологии. Так, дистанционное образование, своим развитием свидетельствующее об усилении влияния цифровых технологий на социальную сферу, в то же время способствует подготовке наиболее востребованных в новых условиях кадров.

Анализируя особенности трансформации сферы цифровых технологий, можно прийти к мнению, что современные технологии в цифровой инновационной среде характеризуются только средним или низким уровнем контакта. Высокая степень контактов характерна для тех технологий, поэтапное выполнение которых требует постоянного согласования промежуточных результатов при непосредственном присутствии и оценке их качества потребителем.

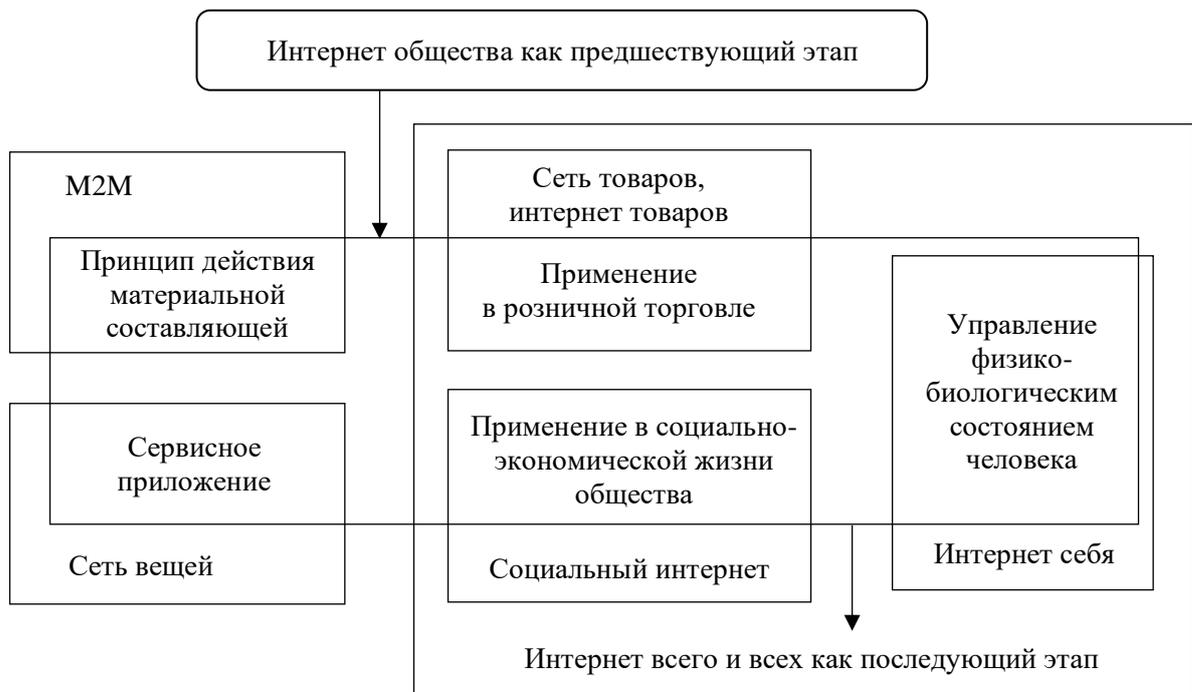
Тем не менее часть операций технологического процесса (изучение электронных каталогов, онлайн-консультирование по вопросам приобретения товаров и услуг, предоставление прайс-листа, оформление заказа, выбор способа доставки, упаковки и т.п.) осуществляется в настоящее время в сети Интернет или посредством мобильных приложений.

В целом, технологиям в инновационной среде цифровой экономики свойственны все детерминанты, традиционно выделяемые в научной литературе, однако специфика реализации в цифровом формате вносит свои корректировки в понимание содержания и свойств технологий нового формата.

Адекватная оценка перспектив взаимодействия интеллектуальных объектов начала осуществляться задолго до появления глобальной сети, однако именно с расширением интернета были созданы условия для распространения программного обеспечения, целенаправленно соединяющего в единую систему различное оборудование. Постепенное проникновение инновационных технологий в различные сферы социально-экономической жизни общества породило ряд новых

терминов, описывающих характер и назначение тех или иных системных взаимодействий различных объектов и субъектов, таких как: интернет вещей, межмашинное взаимодействие, сеть вещей, сеть товаров, интернет вещей, социальный интернет, интернет себя, интернет всего, интернет всего и всех.

Перечисленные термины так или иначе связаны с функционированием базового понятия – «интернет вещей», представляя его структурный элемент или разновидность приложения в различных сферах деятельности (рисунок 1.7).



**Рисунок 1.7 – Взаимосвязь понятий в концепции интернета вещей**

Примечание – Разработано автором.

Теоретические основы концепции интернета вещей были сформированы в конце прошлого века, когда идеи мобильности, беспроводной передачи данных и искусственного интеллекта принимали конкретные очертания в виде стремительно реализующихся проектов тотальной автоматизации производственных процессов.

Концептуальная организация важнейшего элемента маркетинга-микс – материальной среды такого нематериального продукта, как технология, дополнена понятием «интернет вещей», или IoT (от англ. Internet of Things), введенным в 1999 году в профессиональный оборот К. Эштоном. Внедрение технологии

радиочастотной идентификации (Radio Frequency Identification, RFID) позволило оптимизировать производственные процессы в корпорации Procter&Gamble и положить начало ускоренному развитию информационного обмена между техническими устройствами практически без участия человека.

Основной проблемой, которую в первую очередь призван был решить интернет вещей, назван неприемлемо низкий уровень скорости и точности передачи и обработки персоналом массива данных (Big Data). Таким образом, положено начало новой эпохи развития цифровой экономики, предшествующим этапом которой был «интернет людей» [31].

В 2002 году в журнале Forbes был опубликован труд, авторы которого Ч. Шенбергер и Б. Упбин впервые представляют описание природы IoT и обосновывают актуальность исследований и поиска стандартного способа, обеспечивающего понимание потребностей реального мира техникой, создающей виртуальную инновационную среду [116].

Р. Краненбург, ведущий европейский эксперт в области цифровизации и главный идеолог проекта «Интернет вещей» Европейского союза, определяет IoT как некую концепцию инновационного пространства, совмещающую аналоговые и цифровые устройства, что качественно меняет характер взаимодействия субъектов с объектами в силу трансформации роли последних в этом взаимодействии [116].

В 1995 году компания Siemens начала разработку и запуск модуля данных GSM под названием «M1» для межмашинных промышленных приложений. Так появилось обозначение технологии, позволившей машинам обмениваться данными по беспроводным сетям – «M2M» (Machine-to-Machine). Первый модуль M1 использовался для кассовых терминалов (Point of Sale, POS), в телематике транспортных средств, в приложениях удаленного мониторинга и отслеживания [115].

Д.В. Лисицкий, констатируя эволюционный переход от технологии M2M к IoT, выделяет принципиальную новизну последнего – наличие искусственного интеллекта, регулирующего систему устройств вместо человека. При этом в научных публикациях понятие цифровой экономики соседствует с уточненной

формой «интеллектуальная (умная) цифровая экономика», функционирование которой связано с инновационными информационно-коммуникационными технологиям, включая искусственный интеллект. Это несравнимо более высокий уровень оптимизации процессов, где устройства генерируют и обрабатывают практически неограниченный объем информации [45].

Л. Черняк также отрицает идентичность рассматриваемых понятий, определяя М2М как материальную базу IoT, но само по себе машинное взаимодействие предполагает односторонний обмен данными, не квалифицируемыми как информация для самостоятельного принятия решений. То есть недостаточно наличия интернет-связи между устройствами, если речь идет не о передаче данных. Интернет вещей предполагает включение сервисов, работа которых и обеспечивает удобство и оптимизацию процессов пользователя [83].

Следующим понятием, часто связываемым с IoT, является «сеть вещей» (Web of Things, WoT). Сагар Бхат представляет IoT как механизм управления различными устройствами путем установления связи с помощью мобильного приложения или веб-браузера [102; 111]. Основной проблемой интернета вещей является сложность установления эффективной связи между различными машинами разных производителей. Термин «сеть вещей» используется для описания подходов, архитектурных стилей программного обеспечения и шаблонов программирования, которые позволяют объектам реального мира быть частью глобальной интернет-сети. В то время как IoT занимается созданием сети объектов, вещей, людей, систем и приложений, WoT пытается интегрировать их в сеть. С технической точки зрения, WoT следует рассматривать как прикладной вариант сетевого уровня IoT.

Вопрос о необходимости концептуализации IoT как обычного расширения интернета с целью охвата физических предметов с компьютерными функциями был озвучен Н. Гершенфелдом [109].

С ним соглашается Э. Флейш, отмечающий несовпадение уровней сравниваемых явлений и процессов. По его мнению, интернет вещей является приложением интернета в целом, как и многие другие интернет-сервисы, и

соответственно, следует считать термин IoT преувеличением и переименовать его в WoT [107]. Кроме того, ученый находит новые связи и проявления исследуемых технологий. Так, он говорит о частой замене термина в сфере розничной торговли на «сеть товаров» (Web of Goods, WoG), а в случае налаженной обратной связи – «интранет товаров» (Intranet of Goods, IoG) [107].

Л. Ацори, Д. Карбони, А. Иера видят потенциал интеллекта, заложенного в интернет вещей, не только в возможности реализовать себя в маркетинге социальных сетей (Social Media Marketing, SMM), но и в способности образовывать собственные социальные сети. Следовательно, следует ожидать появление новых эффективных сервисов и приложений для пользователей, являющихся основой WoT [101].

Еще одним результатом проникновения интернета вещей в жизнь цифрового общества является социальный интернет (Social Internet of Things, SIoT).

Исследуя новую парадигму SIoT, исследователи отмечают ее высокий потенциал в силу способности более эффективно, в первую очередь с точки зрения скорости распространения, поддерживать новые приложения и сервисы IoT. Ученые выделяют три типа социальных отношений, где найдут применение технологии SIoT: отношения с объектами собственности (Ownership Object Relationship, OOR), социальные отношения (Social Object Relationship, SOR) и совместная работа (Co-work object relationship, C-WOR) [101].

Рассматривая уровни и границы охвата интернетом вещей всех аспектов социально-экономической жизни цифрового общества, Р. Краненбург вводит понятие «сенсорной планеты», в которой осуществляется переход от индивидуальных сетевых контактов внутри каждой сферы, межотраслевого обмена и связей города и страны, к глобализации сетевого взаимодействия. Такой подход представляет интернет вещей как сеть сетей, где небольшие слабо связанные сети образуют более крупные и крепкие [114].

Как отмечает Л. Черняк, «IoT не ограничен только связью с вещами, снабженными метками RFID, а рассматривается в контексте объединения таких

современных концепций, как всепроникающие компьютерные системы и интеллектуальная окружающая среда» [83].

Еще в 2012 году эксперты компании Cisco, осознавая готовность технологии IoT для полномасштабного промышленного внедрения, ввели новое понятие «интернет всего» (Internet of Everything, IoE) [25]. Позже, в 2018 году профессор факультета компьютерных наук и электротехники Мэрилендского университета (Балтимор, США) М. Юнис дополнил данный термин с формулировкой «интернет всего и всех» (Internet of Everything and Everybody, IoEE) [25].

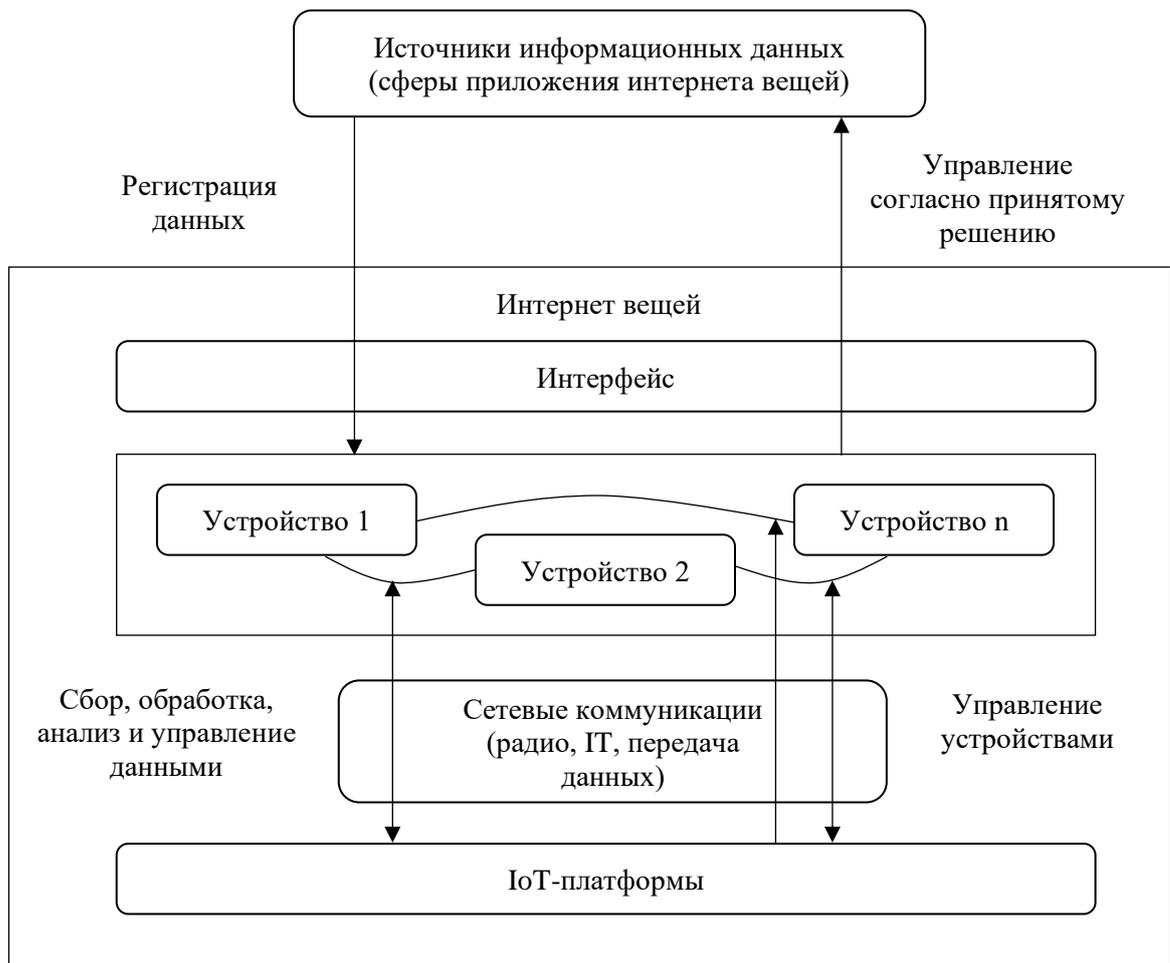
В данной связи возникает необходимость в радикально новой интернет-парадигме «интернет людей», где люди и их личные устройства рассматриваются не только как конечные пользователи приложений, но и становятся активными элементами интернета, которые также называют Интернетом Нового Поколения (the Next Generation Internet) [103].

Рассматривая перспективы развития цифровой экономики в России, Е.А. Нестеренко, А.С. Козлова в качестве ключевых параметров интернета вещей называют концентрацию множества технологий, оснащенность датчиками, подключение всех устройств системы к интернету, которые комплексно и автоматически осуществляют удаленный мониторинг, контроль и управление процессами в реальном времени [50].

Излагая собственное видение устройства интернета вещей, Л. Черняк предполагает наличие у физических предметов виртуальных двойников, которые и начнут вступать в глобальное информационное взаимодействие, образуя тем самым принципиально новую среду. В этой среде искусственный интеллект интегрированных приложений будет способен оценивать ситуацию физического мира и на основе имеющегося опыта и сформированной массы данных самостоятельно принимать решения. Интернет вещей с точки зрения включенных пространств и характера их взаимодействия образуется из трех сред: физической, семантически интегрированной с виртуальной (кибернетической) средой, которая в свою очередь посредством интеграции данных входит в цифровой мир, связанный с реальными интеллектуальными вещами. Под вещами Л. Черняк

понимает материальные и нематериальные объекты, одушевленные или неодушевленные. Соответственно, с точки зрения IoT, к вещам следует относить реальные и виртуальные компоненты, связанные беспроводными коммуникациями в цифровой среде, но при этом обязательно идентифицируемые во времени и пространстве [83].

Организация интернета вещей предполагает наличие ряда обязательных компонент, обеспечивающих взаимодействие между устройствами (рисунок 1.8).



**Рисунок 1.8 – Классическая архитектура интернета вещей**

Примечание – Разработано автором на основе: [31].

Освоение технологий интернета вещей открывает новые возможности для бизнеса, формируя приоритетное информационно-экономическое направление развития потребительских и деловых рынков. Компании могут осуществлять управление портфелем проектов в рамках двух основных стратегий бизнеса:

1) бизнес в сегменте IoT, связанный с использованием технических, технологических и управленческих возможностей выбранного (таргетированного) сегмента интернета вещей. В данном случае бизнес предполагает в целях минимизации рисков следование за лидером в данной отрасли и концентрацию на готовых, получивших распространение на практике технических решения;

2) бизнес для сегмента IoT, связанный с созданием и расширением перечисленных возможностей. Поскольку выбор данной инновационной стратегии сопряжен с высокой степенью рисков, ее придерживаются компании, занимающие устойчивые лидирующие позиции на рынке.

Таким образом, ключевая технология цифровой экономики – интернет вещей представляет собой сетевое взаимодействие уникально идентифицируемых устройств и программных продуктов, предназначенных для самостоятельного и безопасного управления массивами данных, результатом которого становится эффективное функционирование как отдельных объектов, так и отраслей и сфер деятельности в целом.

### **1.3 Трансформационные процессы в инновационной среде под воздействием комплекса цифровых технологий**

Создание и развитие цифровой инновационной среды в РФ основывается на формировании благоприятных условий, нейтрализации ограничений по доступности к инновационным ресурсам при осуществлении полномасштабной цифровизации экономики. Главной движущей силой данных тенденций выступают технологические инновации: ИИ, IoT, робототехника, большие данные и машинное обучение.

Цифровизация представляет собой внедрение цифровых технологий в какую-либо сферу деятельности. Объем внедрения может быть различным, но главное в этом процессе то, что цифровизация помогает повысить эффективность деятельности бизнеса, а также экономию ресурсов. Она не позволяет создать новое конкурентное преимущество – бизнес остается с традиционным продуктом, производственным процессом и сбытом. Но везде будет повышена эффективность.

Цифровая трансформация – это очень масштабное внедрение цифровых технологий в традиционные технологии бизнеса, результатом которого является существенный отрыв от конкурентов из-за повышения эффективности в несколько раз. Цифровая трансформация сопровождается формированием доминирующих цифровых платформ, обеспечивающих взаимодействие субъекта хозяйствования с цифровой экономикой.

В ряде отраслей (финансовая сфера, туризм, транспорт) ориентированные на цифровые технологии участники рынка перешли от использования традиционных бизнес-моделей к сервисным моделям, что в настоящее время представляет основной способ производства – продуцирование услуг.

Увеличение объемов инвестиций в цифровую трансформацию дополнительно повышает уровень формирования цифровых продуктов и технологий во всех сферах промышленности, оказывая существенное воздействие на развитие цифровой экономики и отход от традиционных ресурсных моделей.

Предпосылки и результаты цифровой трансформации инновационной среды отражены на рисунке 1.9.

Трансформационные процессы в инновационной среде под воздействием комплекса цифровых технологий следует рассматривать с позиций:

- оптимального построения ассортимента, представляющего собой пакет услуг, максимально полно охватывающий и удовлетворяющий сложившийся и потенциальный спрос потребителей;
- группы взаимосвязанных принципов организации и функционирования интернета вещей;



**Рисунок 1.9 – Предпосылки и результаты цифровой трансформации инновационной среды**

Примечание – Разработано автором.

- комплекса факторов, определяющих развитие цифровой экономики, ключевой технологией которой является интернет вещей.

Комплексность услуг, производимых и потребляемых в цифровой экономике, обусловлена ее архитектурой:

- технологии, связанные с поставкой, установкой, запуском и техническим обслуживанием «вещей»;
- с обеспечением технических коммуникаций;
- с разработкой и развитием платформы интернета вещей, на основе которой осуществляется управление устройствами, сбор и анализ данных с последующим принятием решений;

- технологии по организации доступа и информационно-техническому обслуживанию отраслевых приложений (в промышленности, в сфере транспорта, здравоохранения, организации быта, государственного и муниципального управления и т.д.), посредством которых пользователь может взаимодействовать с системой устройств.

Чтобы всесторонне изучить, как информационные коммуникации трансформируют сферу цифровых технологий в инновационной среде, нужно учесть множество факторов, влияющих на развитие систем производства и потребления этих технологий. Важно также оценить, насколько полно они представлены на рынке и соответствуют ли они принципам эффективной работы.

Темпы перестройки основанной на цифровых технологиях экономики, по данным Всемирного банка, во многом обусловлены влиянием трех групп факторов:

- актуальность (эффективность) нормативно-правовой базы взаимодействия субъектов предпринимательства и населения;
- политика правительства в области развития цифровой экономики;
- состояние институциональной среды, представленной как государственными, так и коммерческими организациями, содействующими освоению информационных технологий.

Эффект, получаемый от внедрения ИКТ в экономические, политические и социальные процессы, определяемый Всемирным банком как совокупность «цифровых дивидендов», практически полностью зависит от комплексного учета перечисленных выше факторов [120].

Правительство Российской Федерации указывает, что отличительной чертой цифровой экономики является использование данных в цифровой форме как требуемых для производства товаров и услуг ресурсов. Из этого можно заключить, что в целях исполнения задач национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [10] ключевой проблемой становится поддержка и развитие существующих, а также создание новых, сквозных цифровых платформ и технологий, в число которых входят все структурные элементы

трансформационных процессов, включая технологии беспроводной связи и промышленный интернет [10].

Сегодня инновационная среда цифровой экономики включает в себя различные технологические элементы. Среди них: информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), большие объёмы данных, системы для вычислений и хранения информации, дата-центры и облачные решения, сетевые программы, цифровые платформы, а также устройства для сбора данных, такие как датчики и камеры наблюдения.

Возрастающее значение цифровых технологий требует от персонала целого ряда новых цифровых навыков и умений, отражающихся двумя категориями:

- анализ данных: общие навыки владения и использования ИКТ, необходимые для работы в цифровой среде всем сотрудникам;
- специальные знания, навыки и умения в сфере ИКТ: разработка приложений, программирование, проектирование, в т.ч. проектирование инфраструктуры, кибербезопасность.

Главной тенденцией трансформационных процессов ИКТ на современном этапе является искусственный интеллект в мировой цифровой экономике. Основная задача в этой сфере – не просто создание не зависящей от человека технологии, которая способна анализировать сценарии экономического развития и осуществлять необходимые расчеты, но также выполнять созидательные и творческие функции для различных нестандартных решений существующих проблем и поиска альтернатив для экономического и технологического прорыва.

Для реализации этих целей современной цифровой экономике требуется интеллект, который схож с человеческим, имеющий обширный кругозор в аналитике и проработке определенных вопросов, находящий наиболее обоснованные варианты решений, прогнозируя эффект от них, представляющий собой более продуктивный и эффективный искусственный интеллект, чем в других странах, компаниях и пр.

Отсюда следует, что трансформация современной инновационной среды цифровой экономики государства направлена на создание своей независимости,

самостоятельности и технической защищенности. В качестве примера, идея хранения информации в «облаке», при помощи облачных технологий, которая была инновационной еще 10–15 лет назад, в настоящее время утратила свою актуальность. Вся значимая информация и данные должны обрабатываться и храниться на конечных технологических устройствах, а не располагаться в «облаке». В настоящее время облачные технологии сетевой обработки, хранения и вычисления трансформированы в «туманные вычисления».

В РФ направления трансформационных процессов в инновационной среде цифровой экономики представлены в «Программе развития цифровой экономики Российской Федерации до 2035 года» [81]. Основной тенденцией трансформации является развитие суперкомпьютеров, схожей с развитием и использованием искусственного интеллекта в связи с тем, что в обоих случаях осуществляется трансформация технологических мощностей, которые способны более оперативно, эффективно и масштабно обрабатывать информацию, по сравнению с используемыми в настоящее время.

Суперкомпьютер представляет собой мощный компьютер-сервер, предназначенный не только для хранения гигантских массивов информации, но и для ее качественной обработки и применения. В РФ имеется ряд проектов, в которых суперкомпьютер и искусственный интеллект функционируют во взаимосвязи в целях получения максимальных результатов.

Начиная с 2021 года в России возросла популярность технологий блокчейн, представляющих собой распределенную базу данных – непрерывный набор упорядоченных данных, каждый из блоков которых содержит связь и отражение времени взаимодействия с предыдущим блоком. Таким образом, технологии блокчейн – это распределенные, открытые регистры для внесения записей о транзакциях между участниками с требуемым уровнем достоверности и надежности.

Следующим направлением трансформационных процессов в инновационной среде цифровой экономики выступает роботизация производственных процессов. Преимущества использования роботов заключаются в росте качества продукции,

снижении количества брака, обеспечении техники безопасности и организации охраны труда работников, повышении эффективности функционирования предприятия путем организации непрерывных производственных процессов.

Еще одной тенденцией трансформационных процессов в инновационной среде цифровой экономики является развитие сетевых сервисов и интернет-торговли. Как показал локдаун в начале 2020 года, те магазины, которые не переориентировались на онлайн- и сетевое обслуживание, значительно ослабли в экономическом плане или закрылись. Экономической системе, за счет которой организована жизнедеятельность общества, невыгоден уход с рынка предприятий, которые платят налоги, поэтому государство заинтересовано в сетевизации объектов экономической деятельности.

Тенденция трансформации финансовой системы и финансовых институтов государства отражает увеличивающийся отказ от наличных денег и переход на электронные взаиморасчеты. Кроме этого, наблюдается интерес малого и среднего бизнеса, а также граждан к инвестированию, что также характеризует трансформационные процессы в банковском секторе.

В паспорте национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [10] факторы, выделенные Всемирным банком, дополнены и представлены как взаимосвязанные элементы среды, необходимой для эффективного взаимодействия субъектов цифрового общества на основе развитых платформ и технологий (рисунок 1.10).

Правительство Российской Федерации при оценке уровня развития цифровой экономики в стране отмечает несовершенство правовой среды, что создает «существенные барьеры на пути формирования новых институтов цифровой экономики, развития информационно-телекоммуникационных технологий и связанных с ними видов экономической деятельности» [10].

Правовая среда призвана способствовать упорядоченности социально-экономических отношений, защищенности прав и интересов субъектов цифровой экономики, формированию статистического банка как доступного информационного ресурса экономического развития.

Инновационная среда цифровой экономики



**Рисунок 1.10 – Трансформация инновационной среды цифровой экономики**

Примечание – Разработано автором на основе: [10].

Нормативное регулирование системы социально-экономического взаимодействия рассматривается как одно из базовых направлений реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [10]. Цель развития данного направления заключается в формировании релевантной регуляторной среды, поддерживающей развитие современных технологий, и основанной на них деятельности участников цифрового общества. Программа разработана в рамках реализации Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации.

Федерации на 2017–2030 годы, утвержденной Указом Президента РФ от 9 мая 2017 года [8].

Все выявленные в ходе исследования изменения в нормативно-правовых актах Российской Федерации, включая находящиеся на стадии обсуждения, по мнению автора, следует группировать согласно целям правового регулирования цифровой экономики страны, указанным в паспорте национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [10].

Первоочередной задачей трансформации инновационной среды цифровой экономики, требующей комплексного решения, в установленной последовательности реализации указанной нацпрограммы значится формирование единой цифровой среды доверия. Обеспечение высокой степени доверия в электронной среде коррелирует с решением проблем безопасности как основополагающего принципа функционирования интернета вещей, а также требует привлечения к данному процессу квалифицированных кадров. Анализ нормативно-правовых актов показал, что трансформационные изменения в законодательстве, способствующие созданию единой цифровой среды доверия, предполагают:

- уточнение ключевых понятий и категорий, касающихся идентификации субъектов цифровой экономики в процессе электронного взаимодействия;
- признание результатов электронного взаимодействия;
- формирование сервисов доверенной стороны;
- порядок создания и использования базы юридически значимой электронной документации и др.

Следующая задача трансформации инновационной среды цифровой экономики в РФ связана с организацией электронного документооборота.

Трансформационные процессы в формировании электронного документооборота в цифровой экономике РФ имеют целью упрощение взаимодействий в электронной среде, значительное сокращение связанных с ними затрат времени, обусловленных необходимостью согласования, создания, обработки и хранения информации на бумажных носителях, обеспечение

прозрачности внутренних процессов организации, создание новых возможностей дистанционной работы сотрудников. И, безусловно, налаженный электронный документооборот требует решения вопросов доверия и безопасности, принятых на уровне традиционного бумажного документооборота.

В исследовательском отчете консалтинговой компании PwC о состоянии российского рынка IoT отмечается, что «недостаточный уровень организации электронного документооборота в отечественных компаниях выступает одним из значимых факторов, сдерживающих распространение технологий интернета вещей в стране» [90].

На стадии обсуждения находится проект федерального закона «О внесении изменений в части первую, вторую и третью Гражданского кодекса РФ и Семейный кодекс РФ», в котором трансформационные процессы предусматривают уравнивание статусов сделок, юридически значимых сообщений, осуществленных с помощью электронных средств фиксации или передачи данных и подтвержденных с помощью электронного способа идентификации личности, и сделок, обращений, совершенных в письменной форме (предусмотрен ряд исключений, в обязательном порядке предусматривающих письменную форму документов), а также определен порядок исполнения обязательств на основании электронного алгоритма.

Правительство Российской Федерации считает важным регулировать этот вопрос на законодательном уровне, поскольку уровень развития необходимой инфраструктуры различается. Речь идёт о сетях для передачи данных, центрах обработки данных (ЦОД) и вычислительных ресурсах, которые нужны для сбора, хранения и обработки больших объёмов информации.

Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [10] содержит список мер, которые должны создать благоприятные условия для сбора, хранения и обработки данных. В частности, планируется уточнить порядок обезличивания данных и установить правила доступа к общедоступной информации и её обработки.

Обезличивание персональных данных и другие изменения в законодательстве, регулирующем цифровую экономику, направлены на то, чтобы

обеспечить безопасность обмена информацией. Операторы связи, не являющиеся государственными и муниципальными органами, получают возможность обрабатывать персональные данные в случаях, предусмотренных законодательством.

Трансформационные изменения представлены в законопроекте «О внесении изменений в Федеральный закон "О персональных данных" в части уточнения требований при обезличивании персональных данных», в котором предусмотрен расширенный перечень случаев обезличивания персональных данных. В настоящее время проект не внесен на рассмотрение в Государственную думу РФ.

В отношении правил обработки общедоступных данных в России отмечается правовой пробел, однако в соответствии с положениями Федерального закона «О персональных данных» субъект имеет право открыть доступ к его персональным данным неограниченному кругу лиц [3].

Согласие пользователя мобильной связи также определяет возможность передачи данных о нем третьим лицам. С одной стороны, утрачивается абсолютная анонимность владельца телефона, с другой стороны, таким образом достигаются цели безопасности при работе с устройствами, в том числе входящими в систему интернета вещей. Пользователь сервиса обмена мгновенными сообщениями таким образом защищен от массовых анонимных рассылок и другой информации, распространение которой в Российской Федерации запрещено.

Планируемые трансформационные изменения в законодательстве, определяющем состав сведений, являющихся коммерческой тайной, тайной связи, врачебной тайной, в настоящее время не реализованы на практике.

В рамках трансформационного обеспечения правовых условий для внедрения и использования инновационных технологий на финансовом рынке также можно констатировать отсутствие изменений.

Так, в России не получили соответствующего правового статуса криптовалюты, оборот которых в соответствии с паспортом национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» должен был быть

закреплен отечественным законодательством. В данной связи на обсуждении в АНО «Цифровая экономика» находятся следующие проекты:

- «о цифровых финансовых активах (проект федерального закона);
- об альтернативных способах привлечения инвестиций (краудфандинге); о цифровых финансовых активах (проекты Центробанка России);
- о легализации майнинга с механизмом специального обнаружения майнеров по структуре потребления тока и интернет-трафика (проект Минкомсвязи России)» [67].

В целях стимулирования развития цифровой экономики Федеральным законом от 27.11.2017 № 335-ФЗ [2] внесены изменения в Налоговый кодекс Российской Федерации, согласно которым с российских покупателей (независимо от организационно-правовой формы) иностранных электронных услуг снимается обязанность по выплатам НДС (гл. 21, ст. 145 НК РФ) [1].

В рамках направления комплексного развития трансформационных процессов в инновационной среде цифровой экономики и создания механизма управления соответствующими изменениями и компетенциями Министерством экономического развития Российской Федерации разработан законопроект 04/13/04-19/00090706 от 18.04.2019 г. «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации». Будущий закон «определяет порядок инициирования, установления, реализации, мониторинга реализации, оценки результативности экспериментальных правовых режимов в сфере цифровых инноваций... состоящих во временном адресном контролируемом установлении экспериментального (в отсутствие существующего или отличающегося от существующего) нормативного правового регулирования для применения цифровых инноваций или осуществляемой с их использованием деятельности в Российской Федерации» [4].

Важными элементами инновационной среды цифровой экономики являются кадры, образование и центры формирования исследовательских компетенций и технологических заделов.

Создание цифровых технологий в экономике, включая системы интернета вещей, требует соответствующего кадрового обеспечения и компетенций, связанных как с разработкой и модернизацией объектов и вещей, поддержания бесперебойной работы сетевого уровня, так и с развитием IoT-платформ. Кроме того, необходима узкая специализация кадров для углубления знаний и наработки умений для работы в отдельных отраслях приложения интернета вещей (транспорт, промышленность, ЖКХ и др.).

В докладе Всемирного банка о мировом развитии «Цифровые дивиденды» выделены три группы навыков, наиболее востребованных в современной экономике:

- когнитивные (владение математическим инструментарием, навыками логического мышления, вербальная грамотность, самостоятельное решение проблем профессиональной деятельности);

- социальные и поведенческие (личностные качества, готовность к изменениям и получению нового опыта, способность к саморазвитию, коммуникациям);

- технические (умение работать с техническими устройствами, механизмами, применяемыми в той или иной профессиональной сфере) [32].

Элементом институциональной среды цифровой экономики выступают центры исследовательских компетенций и технологических заделов. Современные структуры высокопрофессиональных услуг в наукоемких и высокотехнологичных отраслях представлены центрами компетенций, создаваемыми на базе корпораций, университетов, как проект сотрудничества научной среды и бизнеса, для решения различных отраслевых проблем, а также в транснациональном бизнесе. Это новая организационная форма для комплексного решения задач в области цифровых технологий, которая особенно востребована при создании интеллектуальных сетей, в развитии телекоммуникационного сектора, электроэнергетики и т.п. Сущностной характеристикой центров компетенций является механизм создания и активного трансфера новых знаний, что имеет перспективы только в связи с другим элементом институционального характера – кадры и образование.

Реализуя проект по созданию глобальной конкурентоспособной инфраструктуры передачи, обработки и хранения данных, Правительство Российской Федерации открывает новые возможности для бизнеса, связанного с интернетом вещей:

- приоритет отечественных разработок в области управления информацией;
- развитие инфраструктуры мобильной и спутниковой связи нового поколения;
- увеличение доли населения, органов власти, социально значимых организаций, учреждений и объектов, подключенных к Интернету;
- развитие сетей связи на объектах транспортной инфраструктуры [10].

Утвержденная в 2016 году доктрина информационной безопасности РФ служит основой трансформации государственной политики и развития общественных отношений в области обеспечения информационной безопасности, а также для выработки мер по совершенствованию системы ее обеспечения; в числе средств, наряду с организационными, техническими и иными средствами, выделены правовые средства [9].

Выводы по главе 1:

- 1) рассмотрены сущность, содержание, элементы и концептуальные подходы к формированию и развитию инновационной среды;
- 2) дополнено понятие инновационной среды: инновационная среда представляет собой комплексное понятие, поле взаимодействия субъектов хозяйствования с ресурсами и компетенциями инновационной деятельности, возможность получения доступа к современным научным технологиям и использования их в качестве ресурсов для развития инновационной деятельности;
- 3) изучены концептуальные подходы к формированию и развитию инновационной среды в рамках GREMI-подхода [41];
- 4) выявлены основные принципы и условия формирования инновационной среды, предложена концепция построения инновационной среды экономических систем;

5) исследованы свойства, критерии и формы создания и предоставления цифровых технологий, определена их концептуальная роль и место в инновационной среде на основе интернета вещей, рассмотрена классическая архитектура интернета вещей;

6) изучены трансформационные процессы в инновационной среде под воздействием комплекса цифровых технологий, дополнено определение цифровой трансформации инновационной среды, выявлены предпосылки и результаты цифровой трансформации инновационной среды.

## ГЛАВА 2

### АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЕ

#### 2.1 Анализ состояния и развития цифровых технологий в инновационной среде

Изменяющийся в условиях геополитической нестабильности рынок предъявляет бизнесу все большие требования к конкурентоспособности и гибкости функционирования. В данном случае всем предприятиям, которые стремятся к успеху, необходимо использовать современные технологии цифровой трансформации, позволяющие бизнесу занять лидирующую позицию на рынке и удержать ее. Использование цифровых технологий повышает эффективность бизнес-процессов, предприятие приобретает цифровую устойчивость и защищенность от производственных сбоев и форс-мажорных ситуаций.

Инновационная среда характеризуется показателями инновационной деятельности, в частности численностью в РФ организаций и предприятий, которые выполняли исследования и разработки (таблица 2.1).

Как видим, за 20-летний период общее количество организаций, занимавшихся исследованиями и разработками, увеличилось всего на 96 ед., в то же время число научно-исследовательских организаций уменьшилось на 1102 ед., конструкторских организаций уменьшилось на 69 ед., проектных организаций – на 72 ед., опытных заводов – на 3 ед.

Данные таблицы 2.1 отражают отрицательную динамику инновационной деятельности.

**Таблица 2.1 – Динамика численности организаций и предприятий, выполнявших исследования и разработки**

Показатели	2000 г.	2010 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Всего организаций и предприятий, ед.	4099	3492	4175	4175	4195
В том числе:					
научно-исследовательские организации	2686	1840	1633	1627	1584
конструкторские организации	318	362	239	233	249
проектные и проектно-изыскательские организации	85	36	12	13	13
опытные заводы	33	47	35	33	30
образовательные организации высшего образования	390	517	969	990	991
организации промышленности, имевшие научно-исследовательские, проектно-конструкторские подразделения	284	238	441	446	494
прочие организации и предприятия	303	452	846	833	834
Примечание – Разработано автором на основе: [64].					

В таблице 2.2 представлена динамика численности организаций и предприятий, выполнявших НИОКР по секторам деятельности.

**Таблица 2.2 – Динамика численности организаций и предприятий, выполнявших НИОКР, по секторам деятельности**

Показатели	2000 г.	2010 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Всего организаций и предприятий, ед.	4099	3492	4175	4175	4195
В том числе по секторам деятельности:					
государственный сектор	1247	1400	1501	1462	1522
предпринимательский сектор	2278	2278	2278	2278	2278
высшее образование	526	617	1080	1096	1088
некоммерческие организации	48	70	168	180	191
Примечание – Разработано автором на основе: [64].					

Из таблицы 2.2 видно, что количество организаций и предприятий, выполнявшего НИОКР, по секторам деятельности остается практически неизменным, за исключением организаций высшего образования (увеличение в 2 раза) и некоммерческих организаций (увеличение в 4 раза).

В таблице 2.3 представлена численность персонала, выполнявшего НИОКР.

Таблица 2.3 отражает отрицательную динамику численности персонала, занятого НИОКР, за 20-летний период.

Основные показатели НИОКР, связанные с нанотехнологиями, представлены в таблице 2.4.

**Таблица 2.3 – Динамика численности персонала, выполнявшего НИОКР**

Показатели	2000 г.	2010 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Всего персонала, выполнявшего НИОКР, чел.	887 729	736 540	679 333	662 702	669 870
В том числе:					
исследователи	425 954	368 915	346 497	340 142	340 666
техники	75 184	59 276	59 557	60 474	61 369
вспомогательный персонал	240 506	183 713	158 298	152 066	154 750
прочий персонал	146 085	124 636	114 981	110 020	113 085
Примечание – Разработано автором на основе: [64].					

**Таблица 2.4 - Основные показатели НИОКР, связанные с нанотехнологиями**

Показатели	2010 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Количество предприятий и организаций, выполнявших НИОКР, связанных с нанотехнологиями, ед.	480	409	321	303
Численность персонала, выполнявшего НИОКР, связанные с нанотехнологиями, чел.	17 928	16 208	13 585	13 065
Внутренние затраты на НИОКР, связанные с нанотехнологиями, млрд руб.	21,3	31,8	35,8	37,2
Примечание – Разработано автором на основе: [64].				

В таблице 2.4 отражена негативная динамика показателей, несмотря на увеличение внутренних затрат на НИОКР в сфере нанотехнологий.

В таблице 2.5 представлено финансирование науки из средств федерального бюджета РФ.

**Таблица 2.5 – Финансирование науки из средств федерального бюджета РФ**

Показатели	2000 г.	2010 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Расходы федерального бюджета на гражданскую науку, млрд руб.	17,4	237,6	549,6	626,6	631,7
В том числе:					
на фундаментальные исследования	8,2	82,2	203,2	225,2	247,3
на прикладные научные исследования	9,2	155,5	346,4	401,4	384,4
в процентах к расходам федерального бюджета, %	1,69	2,35	2,41	2,53	2,51
в процентах к ВВП, %	0,24	0,51	0,51	0,48	0,41
Примечание – Разработано автором на основе: [64].					

Таблица 2.5 отражает устойчивый тренд на повышение расходов по финансированию науки из средств федерального бюджета.

В таблице 2.6 представлены внутренние затраты на НИОКР по источникам финансирования.

**Таблица 2.6 – Внутренние затраты на НИОКР по источникам финансирования**

Показатели	2000 г.	2010 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Всего затрат на НИОКР, млрд руб.	76,7	523,4	1174,5	1301,5	1435,9
В том числе по источникам финансирования:					
бюджетные средства	41,2	360,3	768,8	840,4	923,7
собственные средства научных организаций	6,9	47,4	205,5	242,9	253,1
средства фондов поддержки научной и инновационной деятельности	-	-	14,4	13,0	16,6
средства предпринимателей	14,3	85,9	161,9	176,5	207,6
средства образовательных организаций высшего образования	0,1	0,5	1,5	2,0	2,7
средства некоммерческих организаций	0,03	0,6	1,7	1,7	1,8
средства иностранных источников	9,1	18,6	20,7	25,1	30,3
Из них:					
- средства международных организаций	-	3,7	1,6	3,2	11,6
- средства государственных организаций зарубежных стран	-	5,7	6,3	9,6	9,7
- средства организаций предпринимательского сектора зарубежных стран	-	7,9	11,1	9,5	6,7
- средства прочих зарубежных организаций	-	1,2	1,6	2,9	2,4
Примечание – Разработано автором на основе: [64].					

Из таблицы 2.6 видно, что основное финансирование внутренних затрат на НИОКР осуществляется из бюджетных средств, собственных средств научных организаций и средств предпринимательского сектора.

Результативность НИОКР выражается количеством поступлений и выдачи патентных заявок организаций. В таблице 2.7 представлена структура подачи и выдачи патентных заявок.

Результативность НИОКР, представленная количеством поступлений и выдачи патентных заявок организаций, отраженная в таблице 2.7, свидетельствует о повышении патентной активности, за исключением патентов на изобретения, где в 2022 году наблюдается спад на 10%.

В таблице 2.8 представлено число вновь разработанных и используемых передовых производственных технологий.

Из таблицы 2.8 видны существенные заделы по количеству разрабатываемых и используемых передовых производственных технологий.

**Таблица 2.7 – Результативность НИОКР (количество поступлений и выдачи патентных заявок организаций)**

Показатели	2000 г.	2010 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Подано заявок на выдачу патентов – всего, ед.	30 978	58 759	51 919	47 782	42 343
В том числе:					
на изобретения	28 688	42 500	34 984	30 977	26 924
на полезные модели	н/д	12 262	9195	9079	8521
на промышленные образцы	2290	3997	7740	7726	6898
Выдано патентов – всего, ед.	23 316	44 469	40 574	36 526	36 078
В том числе:					
на изобретения	17 592	30 322	28 788	23 662	23 315
на полезные модели	4098	10 581	6748	6955	7178
на промышленные образцы	1626	3566	5038	5909	5585
Число действующих патентов – всего, ед.	-	259 698	353 303	349 824	344 770
В том числе:					
на изобретения	-	181 904	266 189	264 587	259 020
на полезные модели	-	54 848	45 953	42 861	41 062
на промышленные образцы	-	22 946	41 161	42 376	44 688
Примечание – Разработано автором на основе: [64].					

**Таблица 2.8 – Количество вновь разработанных и используемых передовых производственных технологий, 2022 год**

Показатели	Разработанные передовые производственные технологии	Используемые передовые производственные технологии
Число технологий – всего, ед.	2621	269 541
В том числе:		
проектирование и инжиниринг	483	39 953
производство, обработка, транспортировка и сборка	772	89 732
технологии автоматизированной идентификации, наблюдения и контроля	160	22 350
связь, управление и геоматика	237	56 072
производственная информационная система и автоматизация управления производством	333	29 721
технологии промышленных вычислений и больших данных	318	10 364
«зеленые» технологии	129	4356
передовые методы организации и управления производством	189	16 993
Примечание – Разработано автором на основе: [64].		

Далее проведем анализ состояния и развития цифровых услуг в инновационной среде в контексте темпов внедрения и потенциального эффекта от технологий цифровой трансформации в промышленности по состоянию на

2023 год. Динамика использования цифровых технологий, услуг и сервисов в организациях и на предприятиях представлена в таблице 2.9.

**Таблица 2.9 – Динамика использования цифровых технологий, услуг и сервисов в организациях и на предприятиях, % от количества обследованных организаций и предприятий**

Показатели	2010 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Организации, использовавшие:				
- персональные компьютеры	93,8	80,7	81,8	79,6
- серверы	18,2	46,4	42,2	41,2
- локальные вычислительные сети	68,4	54,7	54,9	53,1
- интернет	82,4	-	79,6	77,9
- мобильный интернет	-	39,9	40,5	40,1
- фиксированный (проводной и беспроводной) интернет	-	77,0	77,9	76,2
- широкополосный доступ к сети Интернет	56,7	58,1	75,6	74,1
- Экстранет	5,3	19,4	20,3	21,4
- облачные сервисы	-	25,7	27,1	28,9
- технологии сбора, обработки и анализа больших данных	-	22,4	25,8	30,4
- технологии искусственного интеллекта	-	5,4	5,7	6,6
- технологии интернета вещей	-	13,0	13,7	10,0
- технологии радиочастотной идентификации (RFID)	-	10,8	11,8	9,6
- цифровые платформы	-	17,2	14,7	14,9
Организации, имевшие веб-сайт в сети Интернет	28,5	44,3	46,2	45,6
Организации, имевшие аккаунт в социальных сетях	-	33,5	34,7	36,7
Примечание – Разработано автором на основе: [64].				

Из таблицы 2.9 видно, что более 80% организаций используют персональные компьютеры, что, несомненно, положительный факт; сервисы и локальные вычислительные сети имеются в 40–60% организаций и предприятий; фиксированный (проводной и беспроводной) интернет представлен в 77% организаций. Хуже обстоят дела с динамикой использования облачных сервисов, технологий сбора, обработки и анализа больших данных, технологий интернета вещей, технологий радиочастотной идентификации (RFID). Использование технологий искусственного интеллекта достигает только 6%. Данные недостатки отображают специфику деятельности организаций, востребованность цифровых услуг.

Динамика использования сети Интернет для связей с контрагентами организаций и предприятий представлена в таблице 2.10.

**Таблица 2.10 – Динамика использования сети Интернет для связей с контрагентами организаций и предприятий**

Показатели	2010 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Организации, использовавшие сеть Интернет в коммерческих целях, – всего, % от общего количества обследованных организаций	70,7	66,4	68,0	66,7
В том числе:				
получение сведений о товарах (работах, услугах)	52,5	58,8	60,4	59,8
предоставление сведений о потребностях организации в товарах (работах, услугах)	37,6	46,4	47,7	47,3
размещение заказов на товары (работы, услуги)	35,0	40,6	42,0	41,8
оплата поставляемых товаров (работ, услуг)	23,0	43,6	45,7	45,8
получение электронной продукции	21,7	32,1	33,9	-
предоставление сведений об организации, ее товарах	36,4	45,9	47,7	45,1
получение заказов на выпускаемую продукцию	16,9	24,7	26,4	30,6
осуществление электронных расчетов с потребителями	16,4	29,3	30,8	30,3
распространение электронной продукции	4,4	7,7	8,5	11,4
послепродажное обслуживание	4,8	8,7	9,4	9,1
Примечание – Разработано автором на основе: [64].				

Из таблицы 2.10 следует, что сеть Интернет широко используется для связей с контрагентами организаций и предприятий. Отстает динамика предоставления услуг по получению заказов на выпускаемую продукцию и осуществление электронных расчетов с потребителями, в связи с использованием удаленного доступа к расчетам.

Динамика объемов и основные показатели развития мобильного и фиксированного доступа к сети Интернет представлены в таблице 2.11.

По таблице 2.11 наблюдается динамика роста по всем показателям, что характеризует развитие информационной и инновационной среды.

Рейтинг интенсивности внедрения цифровых технологий и цифровой трансформации в инновационной среде представлен в таблице 2.12.

Отметим, что инвестирование в технологии, представленные в таблице 2.12, имеет смысл, если они соответствуют принятой стратегии предприятия. В свою

очередь, успех реализации стратегии зависит от того, какие технологии будут использоваться.

**Таблица 2.11 – Объем цифровых технологий и основные показатели развития мобильного и фиксированного доступа к сети Интернет**

Показатели	2011 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
<b>Фиксированный доступ к сети Интернет</b>					
Число активных абонентов фиксированного доступа – всего, тыс. ед.	18 004	32 739	33 792	34 504	35 649
В том числе широкополосного	17 420	32 524	33 582	34 411	35 540
Число активных абонентов фиксированного широкополосного доступа на 100 чел. населения, ед.	12,2	22,2	23,0	23,6	24,3
Объем информации, переданной к сети связи фиксированного доступа, петабайт	8274,0	43 751,4	59 161,3	74 480,7	87 081,7
<b>Мобильный доступ к сети Интернет</b>					
Число активных абонентов мобильного доступа, тыс. ед.	84 523	145 633	149 622	160 745	164 260
В том числе широкополосного	68 395	141 464	145 626	156 487	159 916
Число активных абонентов мобильного широкополосного доступа на 100 человек населения, ед.	47,8	96,4	99,6	107,5	109,2
Объем информации, переданной к сети связи мобильного доступа, петабайт	218,2	14 633,2	21 524,6	28 238,5	н/д
Примечание – Разработано автором на основе: [64].					

**Таблица 2.12 – Рейтинг интенсивности внедрения цифровых технологий и цифровой трансформации в инновационной среде**

Цифровые технологии	Процент
1 Цифровые двойники	10
2 Дополненная реальность (AR)	11
3 Роботизация процессов (RPA)	20
4 Интернет вещей (IoT)	24
5 Интеграция посредством API	30
6 Искусственный интеллект (AI) и машинное обучение (ML)	36
7 Большие данные и аналитика в режиме реального времени	40
8 Мобильные технологии	54
9 Облачные технологии	60
Примечание – Разработано автором на основе: [96].	

Технологии «цифровых двойников» представляют собой виртуальную модель реального процесса или поставленной задачи, отражающую возможности прогнозирования и дальнейшей эволюции данных процессов.

Согласно исследованиям компании «Allied Market Research», прогноз объемов рынка цифровых двойников к 2030 году достигнет 125,7 млрд долл. [99].

При помощи цифровых двойников можно получить информацию о производственных процессах, выпускаемой продукции и услугах, внося изменения в виртуальный дизайн, без изменений реального объекта или процесса.

Использование цифровых двойников в технологиях дополненной реальности и интернета вещей дополнительно повышает их эффективность.

Дополненная реальность (AR) расширяет и размывает границы между человеком, его реальным и цифровым миром, создавая «фиджитал-среду» (англ. physical и digital) [93]. По данным компании «Gartner», к 2025 году 80% сделок B2B между поставщиками и покупателями будут производиться через каналы цифровизации, отражая необходимость формирования новых способов коммуникаций с клиентами – дополненную реальность [73].

При помощи технологий AR предприятия могут повысить качество и производительность услуг, оказывать новые услуги, создавать новые человеко-машинные интерфейсы, повышать процессы передачи знаний и компетенций в службах поддержки.

Роботизация процессов (RPA) играет ведущую роль в повышении производительности. RPA, совместно с IoT и искусственным интеллектом, выполняет рутинные операции, позволяя персоналу сосредоточиться на интеллектуальных работах, тем самым исключая человеческий фактор и повышая качество работ.

По данным бизнес-платформы «Statista», инвестиции в RPA повысятся с 4,3 млрд долл. в 2023 году до 23,9 млрд долл. к 2030 году [71].

Технологии IoT имеют огромное значение в инновационной среде цифровой экономики. По данным компании IDC, число подключенных устройств к 2025 году достигнет 55,7 млрд ед., а объем созданных ими данных – 80 зеттабайт [96]. При помощи данного ресурса компании могут осуществлять анализ потребностей клиентов и формировать персональные предложения. IoT создает новые возможности для инвестиций в снижение затрат, повышение качества и

производительности используемых технологий, предоставляя новые направления для цифровой трансформации в разных отраслях: государственном секторе, здравоохранении, образовании, сельском хозяйстве, коммуникациях, транспорте, безопасности и пр.

Программные интерфейсы (API) позволяют синхронизированно интегрировать несколько прикладных систем, с надежным обменом данными. Интеграция с использованием API повышает функциональность и эффективность использования приложений, способствует повышению прибыли и производительности компании путем оптимизации бизнес-процессов. Из опроса, проведенного API-платформой «Postman» в 2022 году, 89% респондентов хотят увеличить инвестиции в API или оставить их на прежнем уровне [94].

По аналитике «Statista», объемы рынка программного обеспечения с использованием искусственного интеллекта, к 2025 году достигнут 126 млрд долл. Увеличение объема данных предоставляет новые возможности для решения задач бизнеса.

Вместе с искусственным интеллектом, который нашел свое применение в производстве, здравоохранении, AI-технологиях и розничной торговле, широкое применение находит и машинное обучение. Данная технология применяет нейронные интуитивные сети для выявления закономерностей на базе использования больших объемов данных от устройств IoT.

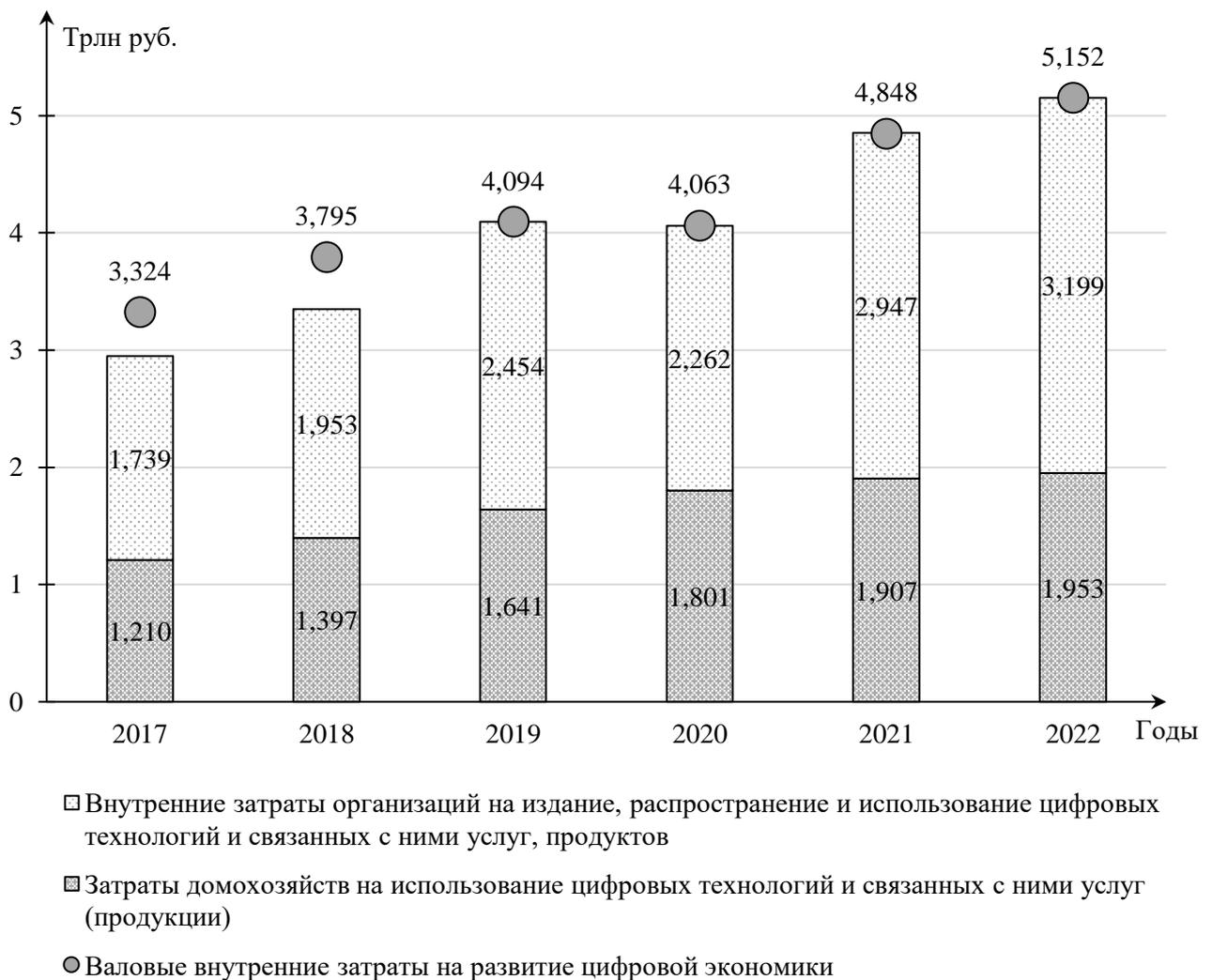
Большие данные представляют собой движущую силу цифровой экономики, под ними понимаются структурированные и неструктурированные информационные данные, поступающие от компаний, сотрудников и других заинтересованных лиц в результате текущих процессов.

Интеллектуальный анализ, предсказательное моделирование и другие приемы обработки информации позволяют использовать огромные объемы данных для новых бизнес-идей, с помощью их анализа в режиме реального времени. Благодаря этому компания в короткие промежутки времени получает необходимую информацию о наличии ресурсов, что существенно снижает время реакции и повышает производительность деятельности.

Идеи применения мобильных технологий в различных сферах деятельности и отраслях представлены в отчете компании «Stratix» «Мобильные тенденции в 2021 году». Согласно данному отчету, использование мобильных технологий постоянно повышается: 90% компаний РФ уже применяют мобильные устройства, а 79% планируют дополнительные инвестиции в мобильные приложения [71].

Несмотря на проблемы использования облачных технологий, особенно в части безопасности информации, «облака» в настоящее время являются важнейшей цифровой технологией. По оценке компании «Gartner», в 2023 году отечественные компании инвестируют в SaaS-решения более 600 млрд долл. [73].

На рисунке 2.1 представлены затраты на развитие цифровой экономики.



**Рисунок 2.1 – Затраты на развитие цифровой экономики**

Примечание – Разработано автором на основе: [82].

Анализируя ситуацию в сфере цифровой экономики, можно заметить, что в 2022 году затраты на развитие инновационных технологий в этой области в России выросли на 6%. В итоге они составили 5,15 триллиона рублей, что больше показателя 2021 года (4,85 триллиона рублей).

Около 75% всех средств, потраченных на цифровизацию экономики в России, были направлены на развитие цифровых технологий. По сравнению с предыдущим годом, эти расходы увеличились на 8,5% и составили 3,2 триллиона рублей. Эти средства пошли на разработку, распространение и использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг.

Затраты домохозяйств на использование цифровых технологий и услуг в 2022 году выросли на 2,7% по сравнению с 2021 годом и составили 1,95 триллиона рублей.

На рисунке 2.2 представлены затраты на развитие цифровой экономики в процентах к ВВП.



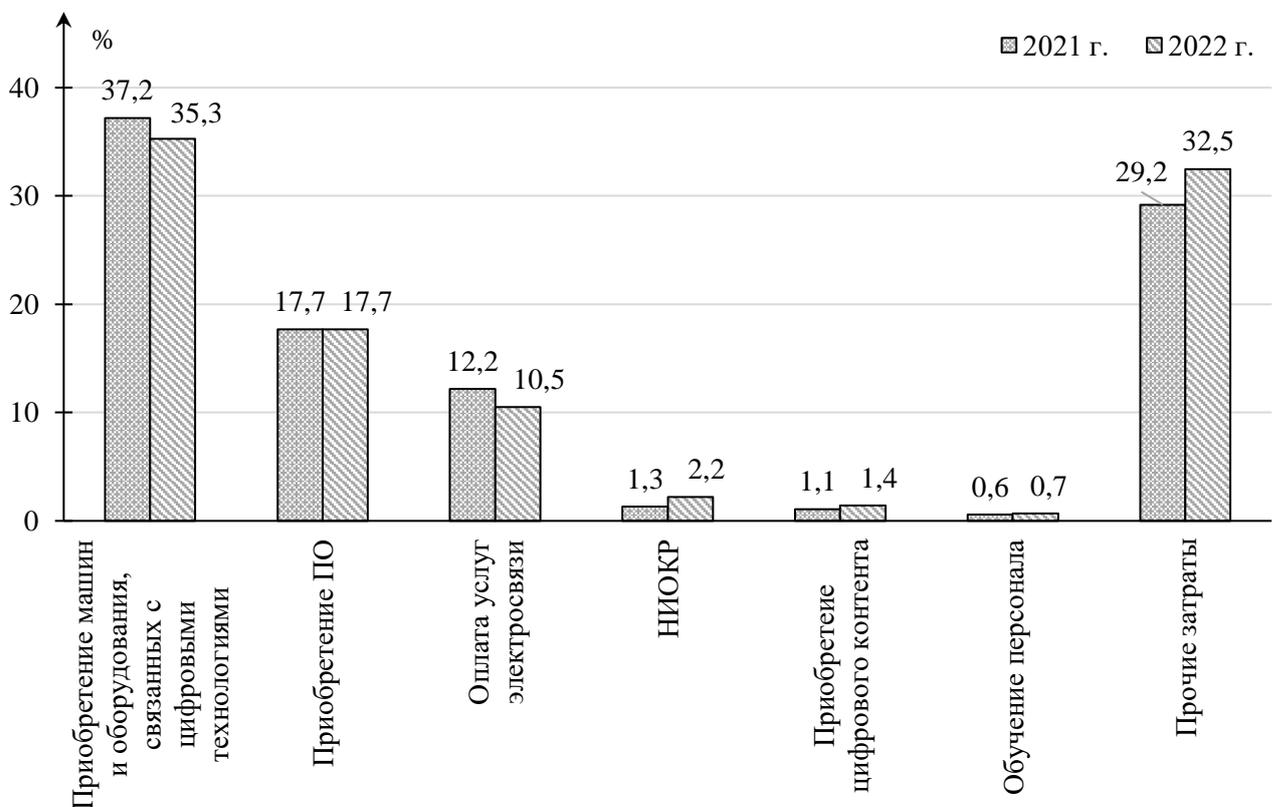
**Рисунок 2.2 – Затраты на развитие цифровой экономики в процентах к ВВП**

Примечание – Разработано автором на основе: [82].

Из рисунка 2.2 видно, что в 2022 году валовые внутренние затраты на финансирование цифровой экономики относительно ВВП РФ снизились до 3,4% по сравнению с 2021 годом (3,6%). В сегменте госсектора их доля понизилась с 2,2% до 2,1%, а расходы домохозяйств на применение цифровых технологий (продукции, услуг) относительно ВВП понизились с 1,4% до 1,3%.

Формирование и внедрение новых цифровых технологий российскими компаниями в 2023 году вошло в активную фазу, затраты на НИОКР в данной сфере увеличились вдвое. Значительный годовой рост наблюдался по затратам на цифровой контент (в 2023 году наблюдалось повышение на 46,5% относительно 2022 года), а также в сфере ПО – повышение на 8,5%.

На рисунке 2.3 представлена структура внутренних затрат организаций на формирование, распространение и применение цифровых технологий, а также связанных с ними продуктов и услуг по видам деятельности.



**Рисунок 2.3 – Структура внутренних затрат организаций на формирование, распространение и применение цифровых технологий, а также связанных с ними продуктов и услуг по видам деятельности**

Примечание – Разработано автором на основе: [82].

Отметим, что у населения существенно повысились затраты на покупку аудио- и видеотехники (на 18,8% в 2023 году по сравнению с 2022 годом), услуги по ремонту цифровых устройств и оплата услуг электросвязи повысилась на 4,6%. Бюджет национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации» на 2023 год был освоен не полностью: из выделенных 138,1 миллиарда рублей было израсходовано только 132,3 миллиарда рублей. Это означает, что программа была выполнена на 95,8% [96].

В рамках программы «Цифровая экономика» в 2023 году реализовывались восемь федеральных проектов. Полностью были выполнены только три из них: «Цифровые технологии», «Нормативное регулирование цифровой среды» и «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли». На эти проекты было выделено 17,9 миллиарда рублей, 13,5 миллиона рублей и 10,9 миллиарда рублей соответственно.

Самым масштабным и значимым федеральным проектом является «Цифровое государственное управление». Он был реализован только на 92,5%: из выделенных 75 миллиардов рублей было израсходовано около 69,4 миллиарда рублей.

Федеральные проекты «Кадры для цифровой экономики» и «Информационная безопасность» были реализованы на 99,8%. По проекту «Кадры для цифровой экономики» из 3,52 миллиарда рублей было израсходовано 3,51 миллиарда рублей, а по проекту «Информационная безопасность» из 6,92 миллиарда рублей было израсходовано 6,9 миллиарда рублей.

Бюджетное финансирование федерального проекта «Информационная инфраструктура» осуществлено на 99,6%: из 16,3 млрд руб., выделенных на проект, освоено 16,2 млрд руб. По проекту «Искусственный интеллект» из выделенных 7,55 млрд руб. освоено 7,48 млрд руб. (степень исполнения составила 99%).

Цифровая трансформация выступает одной из пяти национальных целей развития государства до 2030 года и по ней достигнуты значительные результаты:

- цифровая зрелость в 2023 году превысила 74%;
- в онлайн-режим цифровых технологий переведены все социально значимые услуги;

- финансирование IT-технологий превысило 540 млрд руб.;
- число пользователей портала госуслуг повысилось в 2 раза и насчитывает 109 млн человек [37].

Бюджет нацпрограммы «Цифровая экономика Российской Федерации» сокращается в 2024 году на 11 млрд руб. (таблица 2.13).

**Таблица 2.13 – Запланированное бюджетное финансирование национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»**

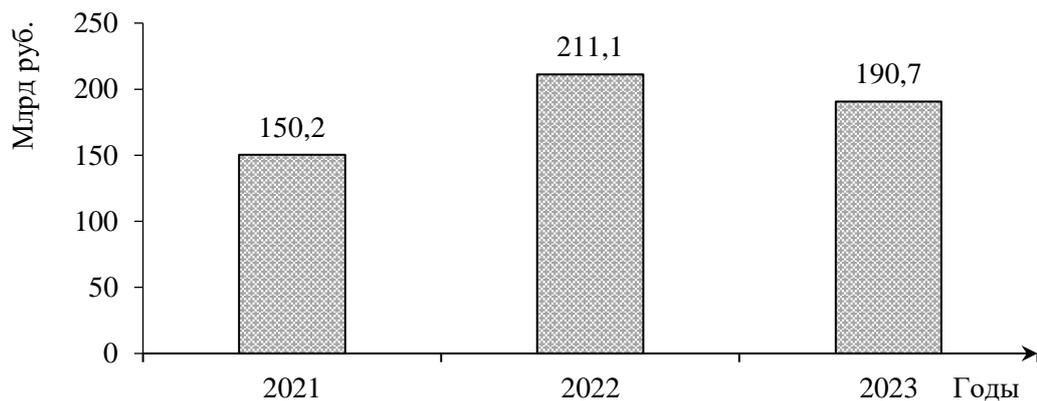
Наименование проекта	Финансирование, млрд руб.	
	2023 год	2024 год (план)
Федеральный проект «Цифровые технологии»	16,1	11,9
В том числе:		
проекты по разработке и внедрению российских IT-решений, поддержанных в рамках грантовых программ РФФИ		Снижение на 2,5 млрд руб.
системный проект с «Ростехом» по производству телеком-оборудования для сетей 5G		Снижение на 3,5 млрд руб.
Федеральный проект «Информационная инфраструктура»	12,77	10,8
В том числе проект по созданию цифровой защищенной инфраструктуры связи в госорганах, в том числе на оснащение цифровыми абонентскими устройствами		Снижение на 592,1 млн руб.
Федеральный проект «Цифровое государственное управление»		Сокращение на 594 млн руб.
Федеральный проект «Информационная безопасность»	6,02	5,6
Федеральный проект «Искусственный интеллект»	6,4	5,76
Федеральный проект «Развитие кадрового потенциала IT-отрасли»	10,9	16,88
Примечание – Разработано автором на основе: [24].		

Согласно прогнозам, опубликованным в июне 2021 года, в ближайшие три года бюджетные расходы на цифровизацию будут оставаться на высоком уровне — от 195 до 230 миллиардов рублей ежегодно.

Бюджетные средства будут направляться на поддержку государственных систем цифровизации, создание цифровой инфраструктуры и обеспечение информационной безопасности. Поэтому до 2025 года сохранится необходимость в частных инвестициях для реализации межотраслевых проектов по цифровизации в таких сферах, как здравоохранение, транспорт и благоустройство города.

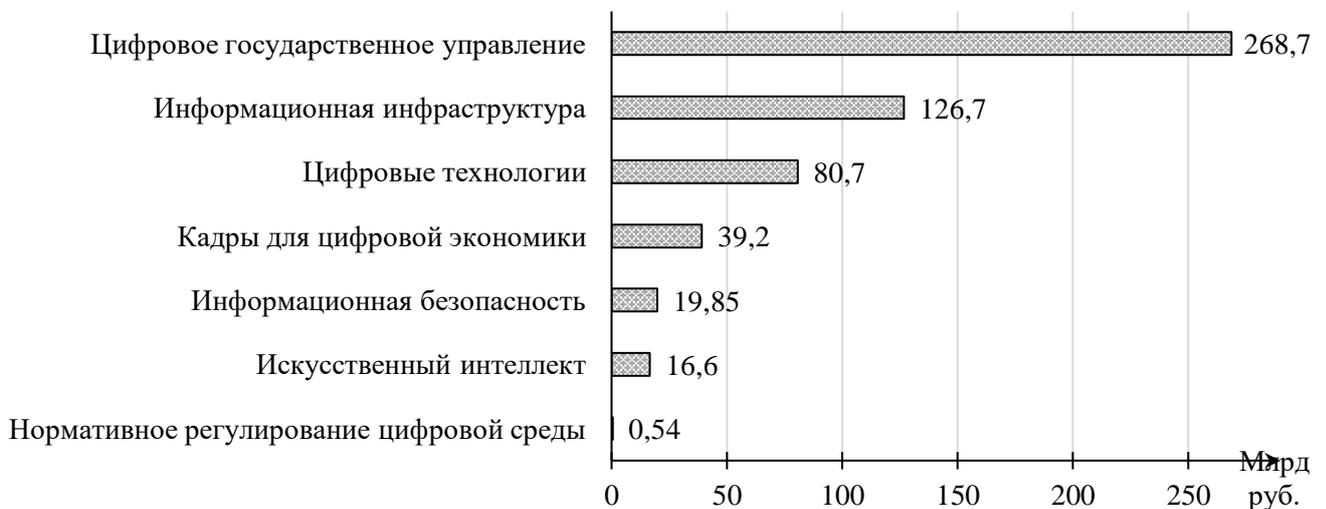
Бюджетное финансирование федерального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации» в 2021–2023 годах достигнет 552 млрд руб. (рисунок 2.4).

В 2021–2023 годах самые большие инвестиции предусмотрены для федерального проекта «Цифровое государственное управление» — 268,7 миллиарда рублей. Проект «Информационная инфраструктура» потребует затрат в размере 126,7 миллиарда рублей, проект «Цифровые технологии» — 80,7 миллиарда рублей, проект «Кадры для цифровой экономики» — 39,2 миллиарда рублей, проект «Информационная безопасность» — 19,85 миллиарда рублей, проект «Искусственный интеллект» — 16,6 миллиарда рублей, а проект «Нормативное регулирование цифровой среды» — 542 миллиона рублей (рисунок 2.5).



**Рисунок 2.4 – Бюджет национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации» в 2021–2023 годах**

Примечание – Разработано автором на основе: [24].



**Рисунок 2.5 – Бюджеты федеральных проектов нацпроекта «Цифровая экономика Российской Федерации» на 2021–2023 годы**

Примечание – Разработано автором на основе: [24].

Таким образом, бюджет проекта «Цифровая экономика» по состоянию на 01.01.2024 года сократится на 117 млрд руб. (17,5%) относительно ранее утвержденного финансирования.

В современном мире цифровые технологии используются на всех стадиях производственного процесса: от идеи до её реализации, включая научные исследования, проектирование, производство, эксплуатацию, ремонт, обслуживание и утилизацию.

В условиях политической нестабильности использование цифровых технологий становится ключевым фактором успеха в конкурентной борьбе. Это особенно ярко проявилось в 2020 году во время пандемии коронавируса, когда компании, предлагающие автоматизированные, роботизированные и дистанционные цифровые услуги, меньше всего пострадали от экономических последствий пандемии.

В НИУ ВШЭ был проведен анализ востребованности цифровых технологий с использованием больших данных, которые уже применяются или готовы к внедрению, по степени значимости (таблица Б.1, приложение Б).

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что показатели развития цифровой инновационной среды демонстрируют устойчивую положительную динамику. Данные анализа подтверждают это в количественном выражении.

## **2.2 Цифровая среда применения технологий промышленного интернета вещей**

Обширное использование сквозных цифровых технологий (робототехника, ИИ, Big Data, IoT), а равно увеличение финансирования НИОКР в обозначенных

секторах отражает ключевой тренд развития экономики Российской Федерации в средне- и долгосрочной перспективе. Соответственно, весьма актуальной является тема, посвященная трансформационным процессам инновационной среды и формированию комплекса цифровых технологий на основе IoT, а также оценке перспектив его развития в свете цифровой трансформации. Причем цифровые технологии и сервисы составляют сферу применения технологий интернета вещей [68].

Автор предлагает научную гипотезу, согласно которой на текущем этапе развития науки и технологий для повышения эффективности и конкурентоспособности национальной экономики в условиях санкций нужно изменить её структуру (перейти от материальной продукции к услугам) и направить развитие компаний в сторону отечественных исследований и разработок на основе цифровых платформ. В этом контексте интернет вещей становится основным направлением развития цифровых технологий в инновационной экономике.

Трансформационные направления развития интернета вещей дополняют и направляют трансформационные процессы общественных, экономических, производственных процессов, которые исключают участие человека из производственной и операционной деятельности и технологических действий и операций и позволяют повысить эффективность национальной экономики [29].

В контексте развития интернета вещей в российской экономике можно выделить несколько ключевых направлений:

- внедрение сквозных цифровых технологий и робототехники;
- увеличение объёма IT-сектора;
- использование преимуществ связи пятого поколения (5G);
- применение методов предиктивной диагностики;
- реализация концепций умного дома (Smart House) и умного города (Smart City);
- расширение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области искусственного интеллекта.

Научно-технологическое развитие отечественной экономики является одним из стратегических национальных приоритетов РФ и выражается в комплексе внешних и внутренних системных факторов, формирующих большие вызовы. Данные вызовы создают как существенные риски для всего общества, так и представляют собой основной фактор для новых возможностей и перспектив научно-технологического развития.

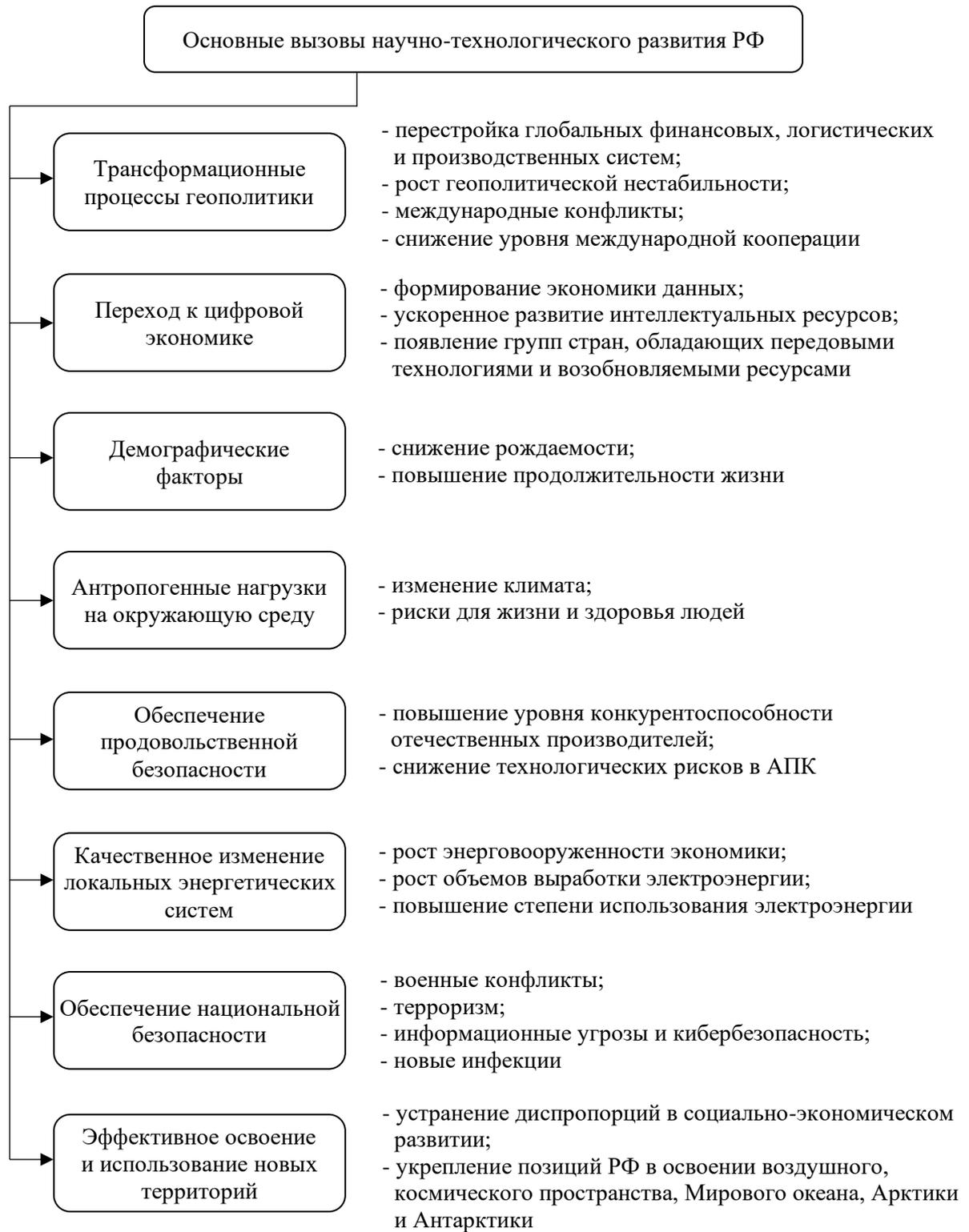
Наиболее значимые для научно-технологического развития РФ большие вызовы представлены на рисунке 2.6.

Неблагоприятные для использования технологий интернета вещей факторы включают такие, как:

- высокий уровень конкуренции на мировом рынке;
- введение экономических санкций в отношении нашей страны;
- нестабильность геополитической обстановки и экономической ситуации;
- недостаточное количество инвесторов;
- нехватка IT-специалистов.

Факторы, влияющие на расширение рынка цифровых услуг, представляющих собой сферу применения технологий IoT [29]: увеличение спроса на ИКТ в реальном секторе экономики; новые перспективы внедрения интернета вызванные цифровизацией экономики процессы; поддержка IT-сферы со стороны государства; переход мобильных сетей связи на новые стандарты; необходимость обеспечения комплексной кибербезопасности реальных и виртуальных сегментов, а также экономического суверенитета [13].

Технологии интернета вещей (IoT) работают через систему связанных устройств, таких как приборы, датчики и сенсоры, которые обмениваются данными по информационным каналам и подключены к интернету. Это позволяет объединить виртуальный мир инновационных устройств, компьютеров и программного обеспечения с реальным сектором экономики и технологическими процессами [36].



**Рисунок 2.6 – Наиболее значимые для научно-технологического развития РФ большие вызовы**

Примечание – Разработано автором на основе: [7].

Концепция цифровизации промышленного интернета вещей (IIoT) предполагает создание и использование сетей, где физические объекты оснащены

встроенными информационными технологиями. Это помогает промышленным предприятиям взаимодействовать со своей внутренней и внешней средой.

Организационная схема построения промышленного интернета вещей представлена на рисунке 2.7.



**Рисунок 2.7 – Организационная схема построения промышленного интернета вещей**

Примечание – Разработано автором.

В скором времени «промышленный интернет вещей станет основой для развития социально-экономических и информационных процессов в инновационной среде России. Он будет активно участвовать в этих процессах и играть ключевую роль в бизнес-операциях. С помощью технологий IoT компании смогут обмениваться информацией о своей деятельности и взаимодействовать друг с другом без участия человека, что напрямую повлияет на все процессы» [86].

Отраслевой консорциум Open Connectivity Foundation (OCF), созданный в 2016 году, в который входят такие компании, как Microsoft, Intel, Samsung Electronics, Qualcomm и Electrolux, – крупнейшая организация по стандартизации цифровых услуг для IoT. Миссия названного консорциума заключается в

определении и разработке стандартов, спецификаций, путей продвижения и набора функциональной совместимости, с разработкой программы сертификации технических устройств, используемых в IIoT.

Организация OCF предлагает цифровые услуги интернета вещей через концепцию «сети всего». Её цель — «сделать едиными стандарты цифровых услуг интернета вещей, а также разработать спецификации, проекты и протоколы с открытым исходным кодом» [17].

«Технологии интернета вещей используют в разных областях, например:

- топливно-энергетический комплекс;
- стационарные объекты;
- грузоперевозки;
- персональный транспорт;
- службы безопасности и доставки;
- системы управления персоналом» [72].

В промышленном интернете вещей применяют цифровые технологии:

Machine-to-Machine (M2M) — это комплекс компьютерных технологий, который позволяет техническим устройствам обмениваться информацией через программное обеспечение;

Инновационная концепция интернета вещей улучшает возможности межмашинной коммуникации в интернете.

Основные принципы концепции цифровых технологий интернета вещей показаны на рисунке 2.8.

Ключевыми драйверами отечественного рынка M2M/IoT выступают растущий спрос на инновационные технологические решения; искусственный интеллект; развитие «умных» сетей связи; проникновение IoT-технологий во все сектора бизнеса.

К наиболее перспективным направлениям развития IoT-технологий эксперты относят управление и мониторинг транспортной инфраструктурой, «умное» ЖКХ, «Безопасный город», повышение энергоэффективности, промышленный интернет вещей.



**Рисунок 2.8 – Основные принципы концепции цифровых технологий промышленного интернета вещей**

Примечание – Разработано автором.

Тренды развития цифровых технологий, возникающие в инновационной среде при осуществлении деятельности с использованием технологий IoT и формировании PoT:

1. «Кардинальная смена парадигмы развития экономики, масштабный рост скорости и объемов передачи информации, эволюция технологий от 2G до 5G за 20-летний период.

2. Создание новых IT-объектов по накоплению и хранению данных, отказ от локальной инсталляции, перевод информационных систем в «облачные и туманные технологии», предоставление достоверных исходных данных.

3. Обеспечение технологического суверенитета и информационной безопасности, особенно – кибербезопасности как одного из основных элементов надежности функционирования IoT.

4. Анализ и создание единой классификации исходной информации для различных пользователей» [80].

В концепции промышленного интернета вещей (PoT) используются цифровые технологии, основанные на радиочастотной идентификации (RFID) и беспроводных сенсорных сетях (БСС).

«RFID — это метод автоматической идентификации объектов с помощью радиосигнала. Он позволяет определять, считывать и записывать данные, которые хранятся в виде транспондеров, или RFID-меток. Этот метод используется для мониторинга перемещения объектов и получения небольшого объёма информации, например, для удалённого контроля качества продукции, оснащённой RFID-метками» [80].



**Рисунок 2.9 – Принципы функционирования промышленного интернета вещей**

Примечание – Разработано автором.

Технология, которая использует самоорганизующуюся сеть из множества сенсоров, исполнительных устройств и датчиков, связанных радиоканалами с полным покрытием сети, называется беспроводной сенсорной сетью (БСС).

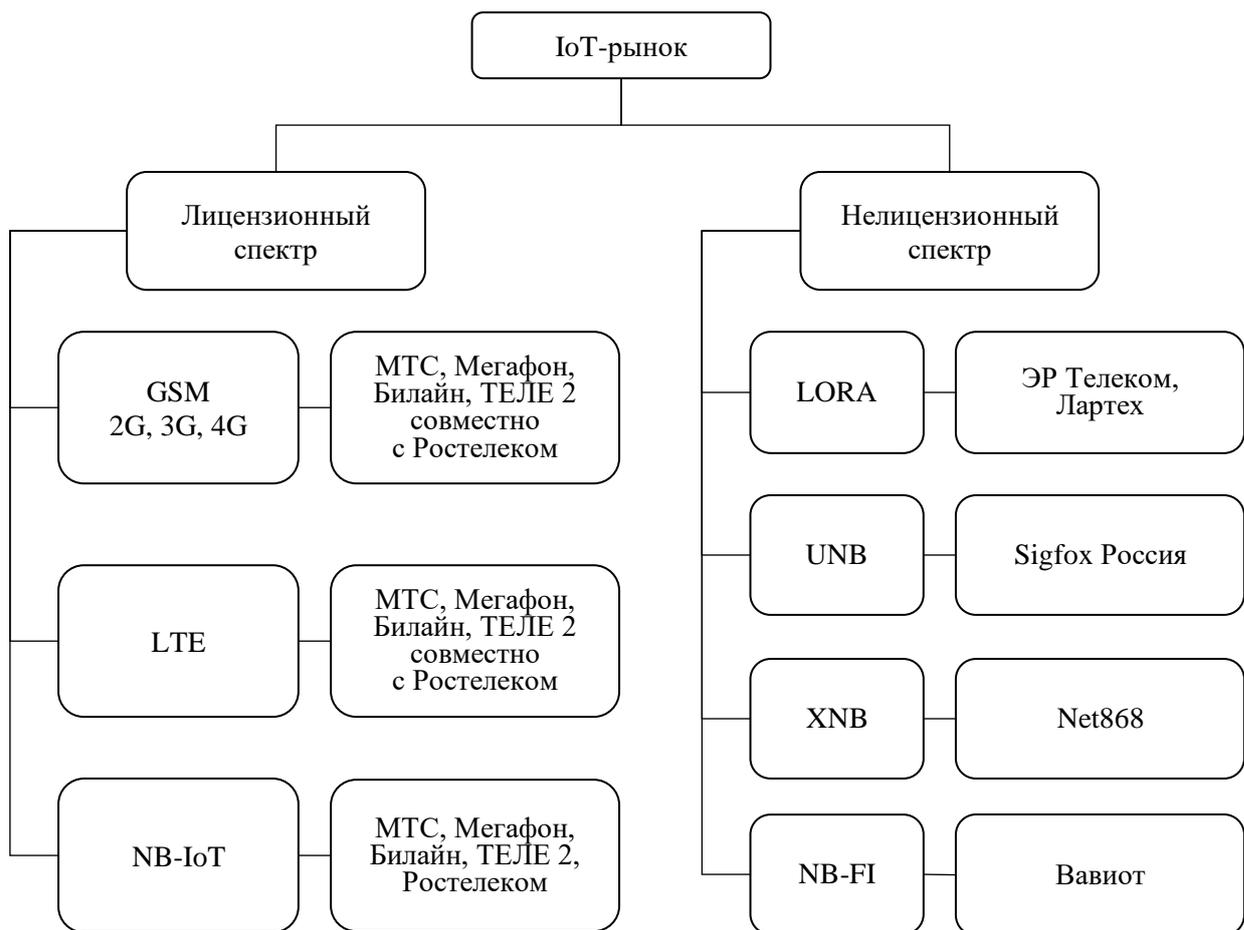
В различных областях, таких как промышленное производство, электроэнергетика, строительство, системы безопасности, логистические сети и

другие, применяются системы мониторинга и управления, работающие на основе этого принципа.

На рисунке 2.9 представлены принципы функционирования промышленного интернета вещей.

В настоящее время существует множество каналов связи, работающих в соответствии с разными протоколами и стандартами.

Оказывающие услуги связи компании в зависимости от лицензионного и нелицензионного спектра технологий и локальных сетей можно разделить на два крупных сегмента (рисунок 2.10).



**Рисунок 2.10 – Основные участники российского рынка интернета вещей в сфере электросвязи**

Примечание – Разработано автором на основе: [22].

Традиционные сотовые сети GSM (2G, 3G, 4G), а также и LTE, и NB-IoT (Narrow-Band Internet of Things) относятся к лицензионному сегменту.

По прогнозу, «в течение 2020-х годов на фоне расширения применения стандартов LTE и NB-IoT использование сетей стандарта GSM будет снижаться, а к 2025 году более половины (53%) соединений будет осуществляться через технологии нелицензионного сегмента» [22].

Необходимо отметить, что согласно перечню, утвержденному Минцифры России 30 декабря 2020 года, для передачи данных в системах учета электроэнергии нашей страны единственно допустимым признан отечественный протокол NB-Fi.

Однако многими крупными российскими операторами связи на данный момент нашел применение зарубежный стандарт NB-IoT с подключением приборов посредством обычной SIM-карты или ее виртуального аналога (eSIM) [18]. Данный шаг фактически переводит в разряд нелегитимных порядка 1 млн уже установленных приборов учета, работающих по данной технологии и потенциально возможных к установке крупнейшими компаниями на рынке, при этом, по прогнозам Росатома, к 2025 году рынок отечественных «умных» приборов для ЖКХ и строительства достигнет 127,8 млрд руб. [18].

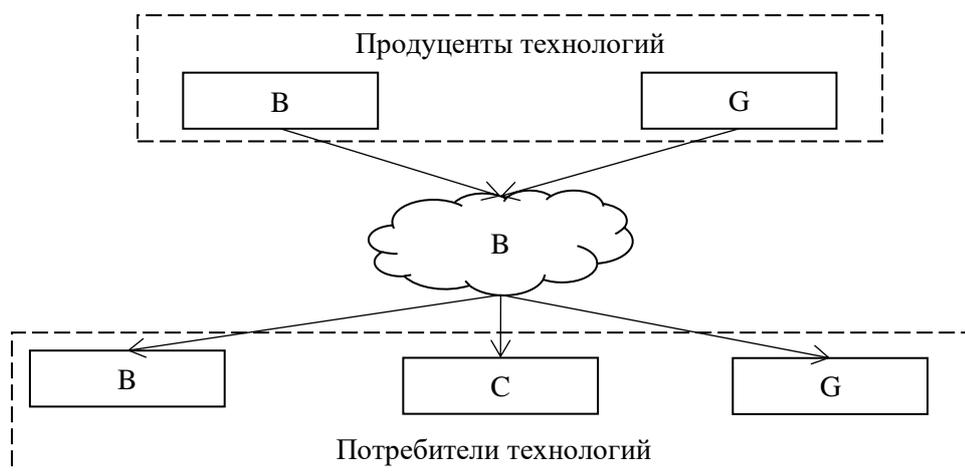
Развитие промышленного интернета вещей (IIoT) требует оптимизации коммуникационных сетей, особенно с учётом требований технологии интернета вещей. Компании «Ростелеком» и «Ростех» разработали план действий по внедрению технологии 5G в России. Изначально предполагалось использовать отечественное оборудование, и эти планы должны были быть включены в федеральный проект «Информационная инфраструктура». В результате связь 5G должна была стать доступной в 10 российских городах-миллионниках к 2024 году.

Однако достижению этой цели помешали задержки во многих крупных проектах национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», включая развитие сетей связи 5G. Это произошло из-за крайне низкого уровня исполнения бюджета в 2019 году, который составил всего 53,6%. Аналогичная ситуация наблюдалась и с другими проектами, такими как создание государственной единой облачной платформы, типового автоматизированного

рабочего места для государственных служащих, венчурного фонда поддержки образовательных проектов и другими.

Кроме того, по данным Ростеха, с 2020 по 2024 год предполагается сокращение с 4,3 млрд руб. до 2,4 млрд руб. финансирования на развитие сетей 5G в части создания оборудования. В связи с чем к 2024 году из 20 тыс. запланированных базовых станций Ростех сможет запустить только 5 тыс. Урезанию может подвергнуться и бюджет исполнения дорожных карт. «Финансирование развития IoT предполагается сократить до 50 млн руб., то есть вдвое. Примечательно в данной связи, что Роскомнадзором в июле 2020 года выдана первая лицензия на сети 5G – компании МТС» [62].

В целом, заметна активизация развития сетей связи поколения 5G, что свидетельствует о «формировании инфраструктуры промышленного интернета вещей для поддержания работы данной технологии. Например, в начале 2020 года компания «Центр 2М» ввела в эксплуатацию свою сеть связи в соответствии с условиями лицензии, выданной согласно приказу Минцифры России, регламентирующему предоставление коммерческих услуг связи M2M и IoT на территории страны» [91].



**Рисунок 2.11 – Модель взаимодействия субъектов промышленного интернета вещей**

Примечание – Разработано автором.

Еще одним немаловажным фактом в развитии услуг промышленного интернета вещей является то, что для России характерно внедрение новых

технологий по инициативе государства (по принципу «сверху вниз»). В результате формируется специфическая модель взаимодействия субъектов промышленного интернета вещей, в которой основным координирующим звеном является государство, однако поставщики технологий – частные компании, а получатели – промышленные предприятия (рисунок 2.11).

В итоге формируются пять видов взаимодействия субъектов, в котором наличие промежуточного бизнес-звена является обязательным условием, что отличает способ оказания услуг промышленного интернета вещей от традиционного способа. Промежуточное бизнес-звено появляется в любых моделях взаимодействия в рамках технологии интернета вещей, поскольку для работы данных систем необходимы дополнительные сервисы, такие как сети связи, поставка и установка оборудования, поддержание его работоспособности и т.п.

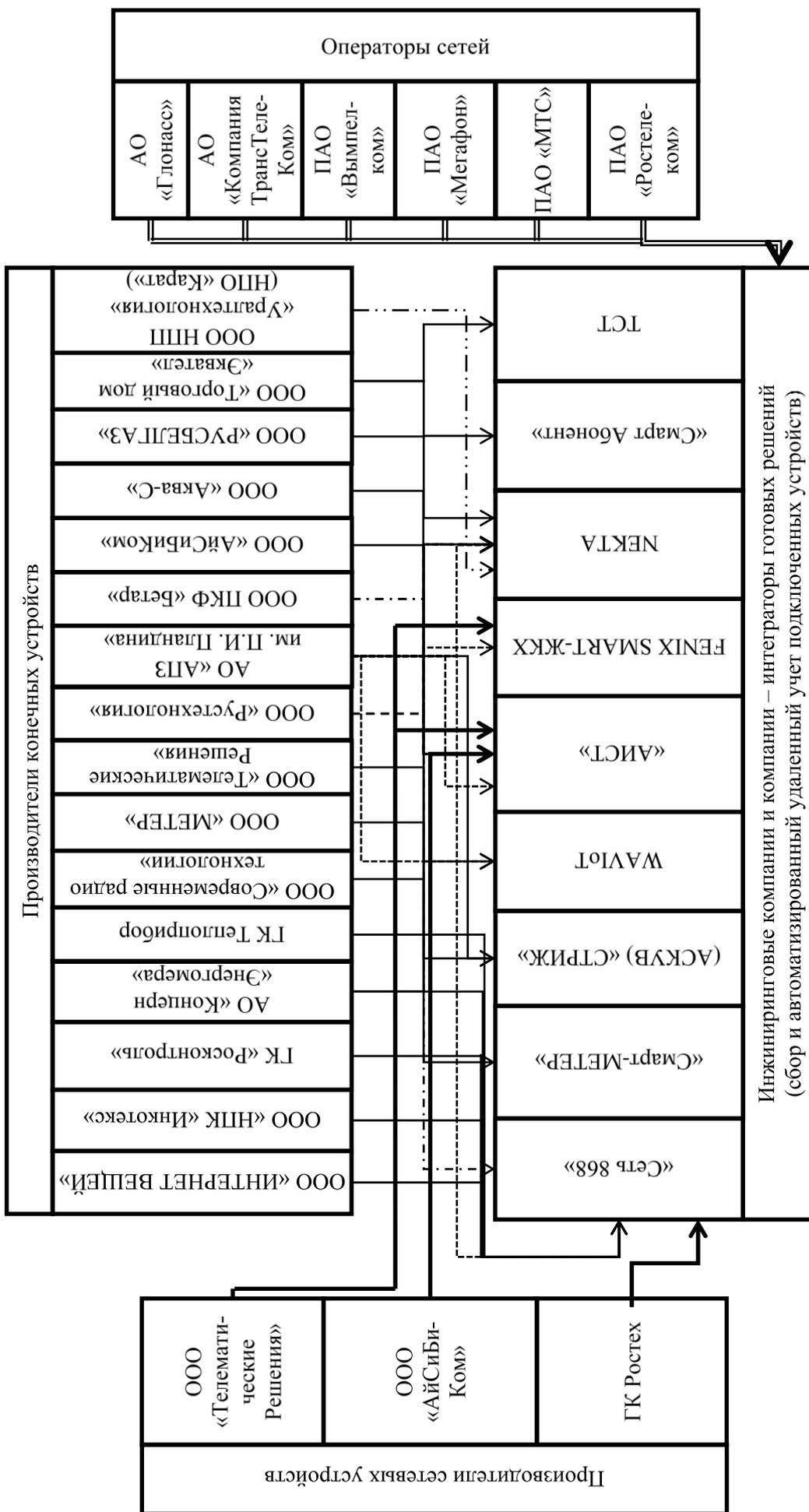
На рисунке 2.12 отражено взаимодействие организаций – производителей цифровых технологий с предприятиями промышленности на основе интернета вещей.

По информации компании «Gartner», на 1 января 2022 года в мире используется на 30% больше подключенных единиц самой различной направленности, чем в 2020 году, а именно более 7,2 млрд [26]. «К 2030 году мировой рынок IoT будет насчитывать более 24,1 млрд устройств и приносить ежегодно более 1,5 трлн долл. США» [30].

Расчеты аналитиков показали, что «к 2030 году эффективность использования IoT вещей достигнет 11% от ВВП» [13].

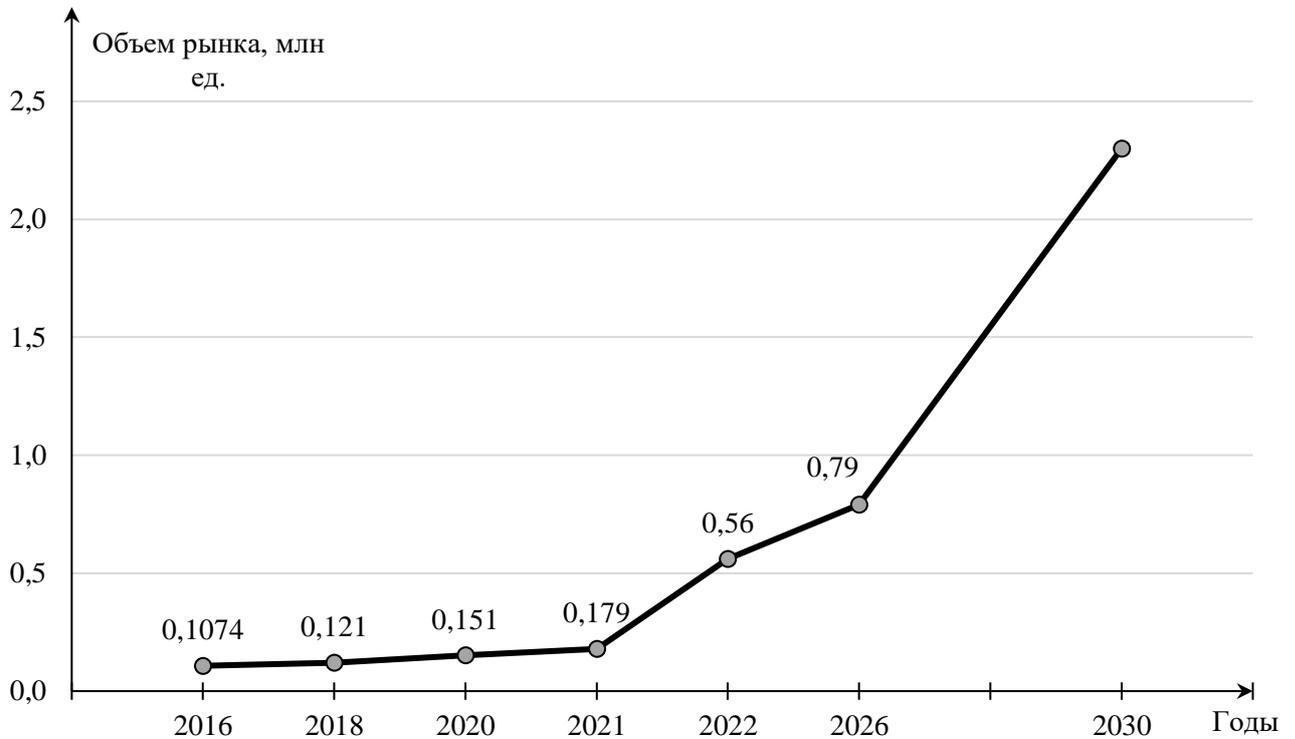
Представим прогнозные значения числа подключений различного оборудования и датчиков в российском IoT (рисунок 2.13).

Численность подключенных устройств M2M/IoT в РФ повысилась в 2022 году до 35,5 млн ед. относительно 2021 года, когда насчитывалось 29,7 млн ед. (на 20%). В качестве сравнения, в 2019–2020 годах рынок вырос на 21%, а в 2020–2021 годах – на 25% [96].



**Рисунок 2.12 – Взаимодействие организаций – производителей цифровых технологий с предприятиями промышленности на основе интернета вещей**

Примечание – Разработано автором.



**Рисунок 2.13 – Прогноз динамики роста числа подключений различного оборудования и датчиков в промышленном интернете вещей РФ**

Примечание – Разработано автором на основе: [13; 65].

В денежном выражении рынок промышленного интернета вещей изменился незначительно: с конца 2021 по конец 2022 года суммарная выручка отечественных операторов на рынке M2M/IIoT повысилась на 24% (с 8,8 млрд руб. до 10,9 млрд руб.) По итогам 2023 года прогнозируется снижение темпов роста: выручка достигнет 11,9 млрд руб., то есть повысится лишь на 9% [96].

Для ряда промышленных отраслей IIoT стал неотъемлемым элементом стратегии цифровой трансформации деятельности. Объем индустриальных сценариев использования IIoT существенно увеличивается, что привлекает в данную сферу новых заказчиков.

Ответом на запросы рынка могут выступать и системные интеграторы, предоставляя, кроме Connectivity, также услуги IIoT-платформ, контроля и мониторинга оборудования, автоматизации производственных систем и технологий, контроля ресурсов и др.

Использование отечественными компаниями IIoT-технологий позволяет проводить:

- непрерывный мониторинг потоков информации в сети Интернет, в частности, мониторинг репутации компании, бренда, оценку удовлетворенности потребителей продукции, мониторинг контрагентов, клиентов и пр.;

- мониторинг инновационной активности конкурентов и новых видов инновационной продукции;

- анализ и оценку эффективности рекламы;

- контроль прозрачности инвестиций и возврата капитальных вложений.

К числу положительных моментов стоит также отнести использование:

- возможностей искусственного интеллекта в целях совершенствования технологий и привлечения клиентов;

- принципа многоканальности и эффективных каналов продвижения продукции.

Алгоритм оценки развития цифровых технологий промышленного интернета вещей для принятия управленческих решений представлен на рисунке 2.14.

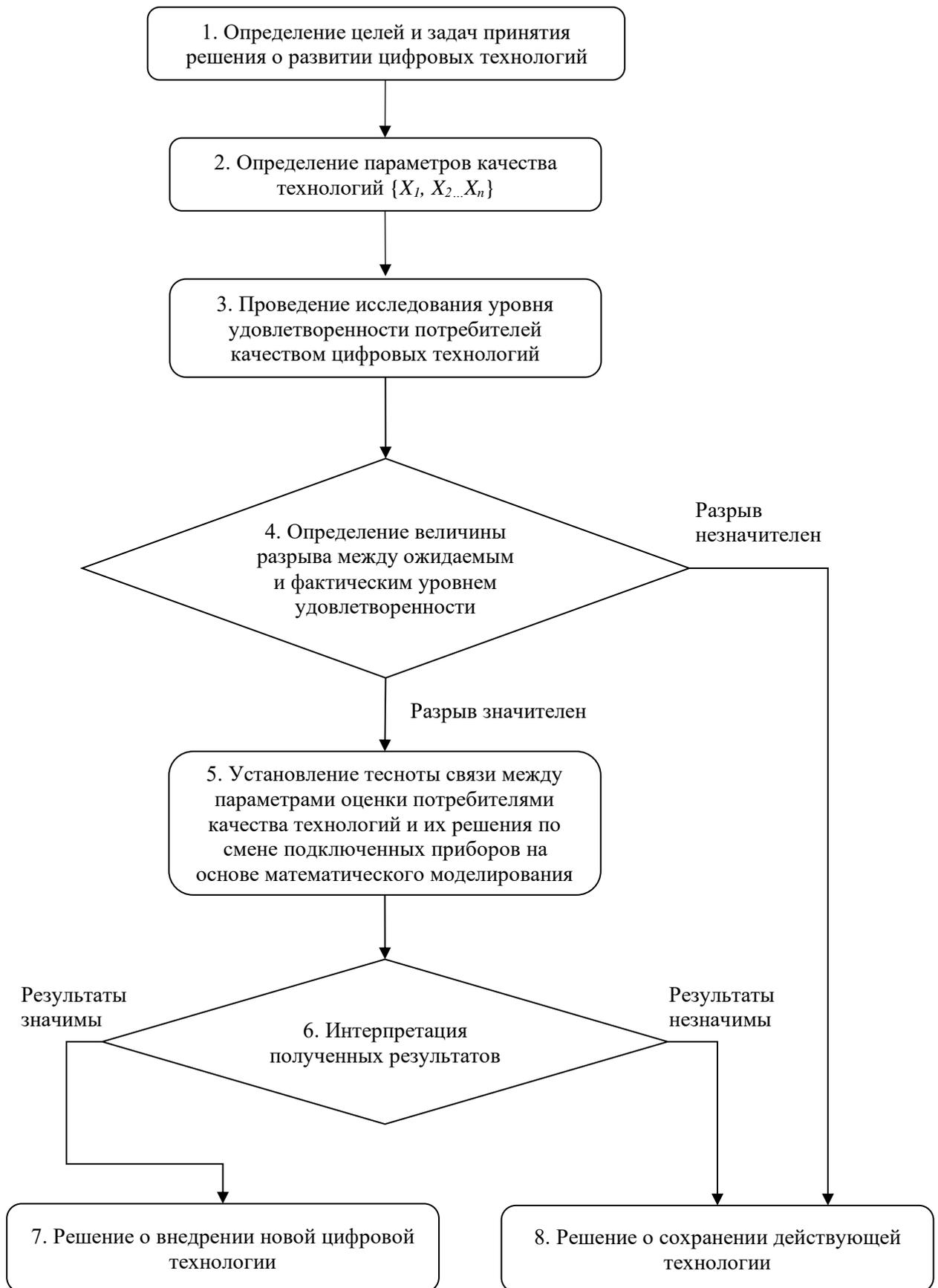
Первый этап в процессе принятия управленческих решений связан с постановкой его целей и задач.

Цель принятия бизнес-решения о развитии услуг на основе технологии промышленного интернета вещей заключается в выявлении потребности предприятия в переходе на современные цифровые технологии и параметров, от которых данная потребность зависит. Обозначенная цель обуславливает ряд задач, которые выражаются в дальнейшей последовательности этапов принятия решения:

- 1) определить параметры оценки качества технологий промышленного интернета вещей;

- 2) провести исследование уровня удовлетворенности потребителей качеством предоставляемых технологий;

- 3) на основе методики ГАП-анализа определить величину разрыва между ожидаемым и фактическим уровнем удовлетворенности потребителей качеством предоставляемых технологий;



**Рисунок 2.14 – Алгоритм оценки развития цифровых технологий на основе промышленного интернета вещей для принятия управленческих решений**

Примечание – Разработано автором.

4) выявить потребность или ее отсутствие в развитии современных цифровых информационных технологий;

5) установить тесноту связи между параметрами оценки потребителями качества технологий промышленного интернета вещей путем математического моделирования;

6) интерпретировать полученные результаты;

7) сделать вывод, позволяющий принять решение о наличии или отсутствии необходимости в переходе на современные цифровые технологии промышленного интернета вещей.

Этап процесса принятия управленческого решения о развитии цифровых технологий промышленного интернета вещей предполагает установление тесноты связи между параметрами оценки потребителями качества технологий и их решения по смене приборов учета интернета вещей. В целях реализации данного этапа целесообразно построить математическую модель, позволяющую определить степень влияния факторов, включенных в модель, на выбор альтернативных вариантов решения по смене приборов учета интернета вещей.

В данную модель целесообразно включить все параметры функционирования промышленного предприятия, параметры организаций – продуцентов технологий и пр. Поскольку в настоящем исследовании основной целью является эффективность выбора цифровых технологий из двух возможных вариантов: заменить действующие устройства интернета вещей или нет, то данная ситуация подходит под применение модели бинарного выбора (логит- и пробит-анализ).

В общем виде обе модели дают результат с незначительной разницей, поэтому в целях определения методического подхода к принятию управленческого решения о развитии цифровых технологий интернета вещей применена логит-модель, являющаяся наиболее распространенной. Исследуемым параметром модели выступает вероятность принятия решения о замене подключенных устройств интернета вещей на более эффективные. В общем виде модель имеет вид:

$$P(y_i = 1) = p_i = \frac{1}{1 + e^{-z_i}} \quad (2.1)$$

$$P(y_i = 0) = 1 - p_i = \frac{1}{1 + e^{z_i}} \quad (2.2)$$

$$\frac{p_i}{1 - p_i} = \frac{1 + e^{z_i}}{1 + e^{-z_i}} = e^{z_i} \quad (2.3)$$

$$\ln \frac{p_i}{1 - p_i} = z_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad (2.4)$$

где  $p_i$  – вероятность наступления события;

$e$  – основание натурального логарифма;

$x_i$  – значения независимых переменных;

$\beta_i$  – коэффициенты, оценка которых является задачей бинарной логистической регрессии, весовые коэффициенты.

Если  $p_i$  примет значение меньше 0,5 (то есть вероятность ниже 50%), то можно предположить, что событие не наступит, иными словами, предприятие выберет вариант без замены подключенных устройств интернета вещей. В противном случае предполагается событие по замене подключенных устройств на более эффективные.

Для оценивания параметров модели бинарного выбора используется метод максимального правдоподобия, заключающийся в оценивании неизвестного параметра путем максимизации функции правдоподобия, он основан на предположении о том, что вся информация о статистической выборке содержится в функции правдоподобия [69]. Преимущество логит-модели, в том числе, заключается и в простоте нахождения данного параметра.

Расчет параметров модели осуществлен с помощью прикладного статистического пакета Gretl, который в полной мере позволяет оценить данную модель. Поскольку при проведении опроса респондентам предлагался вариант «затрудняюсь ответить», то в целях настоящего исследования данный вариант ответа был принят как отрицательный (присвоено значение «0»), так как это позволит рассмотреть более пессимистичный сценарий потребительского выбора.

Также при подготовке статистической базы для данной модели были исключены анкеты респондентов с неполным соответствием данных.

В качестве параметров оценки были использованы следующие:

- 1) SMART – зависимая переменная, принимающая значения 1 или 0;
- 2) AGE – коэффициент  $\beta_1$  при независимой переменной, характеризующей возраст респондентов;
- 3) COM – коэффициент  $\beta_2$  при независимой переменной, характеризующей удовлетворенность набором технологий интернета вещей;
- 4) KATS – коэффициент  $\beta_3$  при независимой переменной, характеризующей удовлетворенность выбранными технологиями интернета вещей;
- 5) TARIF – коэффициент  $\beta_4$  при независимой переменной, характеризующей удовлетворенность стоимостью предоставляемых технологий;
- 6) UK – коэффициент  $\beta_5$  при независимой переменной, характеризующей удовлетворенность деятельностью организации – производителя технологий;
- 7) PAY – коэффициент  $\beta_6$  при независимой переменной, характеризующей своевременность оплаты за предоставляемые технологии интернета вещей;
- 8) SBOI – коэффициент  $\beta_7$  при независимой переменной, характеризующей частоту сбоев в работе подключенных устройств;
- 9) TRUD – коэффициент  $\beta_8$  при независимой переменной, характеризующей трудоемкость процесса передачи данных с подключенных устройств.

Результаты расчета статистических параметров логит-модели представлены в таблице 2.14.

Подставив полученные расчетные значения коэффициентов в модель, получим:

$$z_i = 9,2484 - 0,0025x_1 - 0,6319x_2 + 2,2657x_3 + 0,4261x_4 - 1,5015x_5 - 0,4702x_6 - 0,5244x_7 - 2,7465x_8 \quad (2.5)$$

$$P(y_i = 1) = p_i = \frac{1}{1 + e^{-z_i}} = \frac{1}{1 + e^{-(9,2484 - 0,0025x_1 - 0,6319x_2 + 2,2657x_3 + 0,4261x_4 - 1,5015x_5 - 0,4702x_6 - 0,5244x_7 - 2,7465x_8)}} \quad (2.6)$$

**Таблица 2.14 – Параметры логит-модели принятия решения о замене подключенных устройств интернета вещей**

Логит, использованы наблюдения 1-440

Зависимая переменная: SMART

Стандартные ошибки рассчитаны на основе Гессииана

	Коэффициент	Ст. шибка	z	P-значение
const	9,24835	3,86364	2,394	0,0167*
AGE	-0,00252985	0,0431914	-0,05857	0,9533
COM	-0,631910	0,875387	-0,7219	0,4704
KATS	2,46570	1,15951	2,126	0,0335**
TARIF	0,426072	0,802202	0,5311	0,5953
UK	-1,50154	1,05424	-1,424	0,1544
PAY	-0,470242	1,47125	-0,3196	0,7493
SBOI	-0,524356	0,910457	-0,5759	0,5647
TRUD	-2,74649	0,969878	-2,832	0,0046***
Среднее зав. перемен	0,522727	Ст. откл. зав. перемен	0,505258	
R-квадрат Макфаддена	0,443013	Испр. R-квадрат	0,147476	
Лог. правдоподобие	-16,96193	Крит. Акаике	51,92386	
Крит. Шварца	67,98156	Крит. Хеннана-Куинна	57,87883	
* Количество 'корректно предсказанных' случаев = 390 (88,6%)				
f(beta'x) для среднего значения независимых переменных = 0,240				
** Критерий отношения правдоподобия: Хи-квадрат(8) = 26,9822 [0,0007]				
*** Исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 2 (AGE)				
Примечание – Составлено автором.				

С учетом статистических параметров качества модели можно отметить, что R-квадрат Макфаддена (McFadden) равен 0,443, это означает, что 44,3% изменчивости наблюдаемой переменной можно объяснить с помощью построенной модели, то есть 44,3% изменений обусловлены влиянием факторных признаков в общей изменчивости резульативного признака.

Значение данного коэффициента должно быть приближено к 1. В данном случае это означает, что есть и иные факторы, не включенные в данную модель, которые оказывают влияние на вероятность принятия решения о замене подключенных устройств интернета вещей на более эффективные.

Полученное значение Хи-квадрат позволяет сделать вывод о том, что нулевая гипотеза о равенстве нулю коэффициентов при всех регрессорах отклоняется, так как вероятность меньше, чем уровень значимости. Таким образом, коэффициенты при независимых переменных не равны нулю и значимы, то есть данная модель в целом статистически значима и может применяться на практике.

На следующем этапе принятия управленческого решения о предоставлении цифровых технологий интернета вещей предполагается интерпретация полученных результатов математического моделирования.

Для проверки данной модели проведем расчет вероятности принятия решения потребителями о замене подключенных устройств интернета вещей на работающие по современным цифровым технологиям и подставим в модель параметры, отражающие наибольшую и наименьшую степень удовлетворенности потребителя работой имеющихся подключенных устройств интернета вещей. Возраст потребителя примем неизменным с учетом среднего возраста опрошенных – 36 лет (таблица 2.15).

**Таблица 2.15 – Расчет величины вероятности принятия решения о замене подключенных устройств интернета вещей на более эффективные**

Параметр	Значение	Максимальный уровень удовлетворенности потребителей		Минимальный уровень удовлетворенности потребителей		Максимальный уровень удовлетворенности потребителей трудоемкостью передачи данных	
		Значения переменных	$\beta_i x_i$	Значения переменных	$\beta_i x_i$	Значения переменных	$\beta_i x_i$
const	9,24835	-	-	-	-	-	-
AGE	-0,00252985	36	-0,0910746	36	-0,0910746	36	-0,0910746
COM	-0,631910	4	-2,52764	1	-0,63191	1	-0,63191
KATS	2,46570	4	9,8628	1	2,4657	1	2,4657
TARIF	0,426072	4	1,704288	1	0,426072	1	0,426072
UK	-1,50154	4	-6,00616	1	-1,50154	1	-1,50154
PAY	-0,470242	1	-0,470242	1	-0,470242	1	-0,470242
SBOI	-0,524356	4	-2,097424	1	-0,524356	1	-0,524356
TRUD	-2,74649	4	-10,98596	1	-2,74649	4	-10,98596
$e^{-z_i}$	2,442007873			0,001300832		4,926942434	
$p_i$	0,290528098			0,998700858		0,168721058	
Примечание – Разработано автором.							

При низком уровне трудоемкости вероятность принятия решения о замене приборов учета снижается до 17%, тогда как возраст потребителей на данную вероятность влияет минимально.

Интерпретировав полученные по результатам проведенного исследования данные, можно констатировать наличие потребности во внедрении новой

технологии оказания услуг, поскольку величина вероятности принятия потребителями решения о замене подключенных устройств интернета вещей в значительной степени зависит от уровня трудоемкости процесса передачи данных. В случае если данный фактор принимает максимально возможное значение по предложенной шкале оценки (4 балла), вероятность принятия потребителями решения о необходимости замены приборов учета не превышает 30%, что является крайне низким значением.

В противоположном случае, когда уровень удовлетворенности трудоемкостью процесса передачи данных приборов учета принимает минимальное значение (1 балл), вероятность принятия потребителями решения о замене приборов учета стремится к 100%. То есть в части управленческого решения в случае высокого значения критерия трудоемкости не имеет смысла переходить на новую технологию оказания услуг интернета вещей, и наоборот.

Таким образом, по результатам проведенного исследования была выявлена потребность промышленных предприятий в замене подключенных устройств интернета вещей, то есть целесообразно принять соответствующее управленческое решение о развитии цифровых технологий, предоставляемых организациями-производителями, на основе интернета вещей.

При построении статистической модели логит-регрессии (логистической модели бинарного выбора) было выявлено, что наибольшее влияние на значение вероятности принятия решения о замене установленных подключенных устройств интернета вещей оказывает фактор трудоемкости передачи данных приборов учета.

Таким образом, можно отметить, что масштабность и характер потребления технологий интернета вещей требуют повышения их качества на основе внедрения современных цифровых технологий, способствующих повышению удобства оказания данных услуг и снижению затрат потребителей на пользование поставляемыми ресурсами.

### **2.3 Формирование экосистемы цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе промышленного интернета вещей**

Цифровая экономика предполагает комплексный переход сфер, в первую очередь, связанных с базовыми потребностями экономики, таких, для которых характерна массовость и капиталоемкость, то есть в которых возможен наибольший эффект от внедрения новых технологий, в цифровой формат. Исходя из того, что добавленная ценность от цифровизации нематериальна, можно утверждать, что это обеспечивает новый уровень оказания уже существующих традиционных услуг.

К числу описанных сфер относятся технологии интернета вещей, которые развиваются в рамках региональной экосистемы или промышленного кластера [16].

В настоящее время, в эпоху цифровой трансформации экономики, распространения технологий и сервисов интернета вещей, искусственного интеллекта, облачных сервисов, аналитики больших данных, изменений ценности потребителей, бизнес сталкивается с формированием новых цепочек ценностей, что отражается в комплексной бизнес-задаче предприятий и организаций – задаче создания и развития эффективной инновационной среды цифровой экономики, в которой основным трендом является переход к концепции экосистем. Аналитики рассматривают бизнес в данной концепции не в качестве закрытой системы с традиционными активами, производственными процессами и функциональными структурами, а в качестве набора платформ с открытым доступом, сетевыми связями, выходящими за рамки функционирования компании [98].

Формирование экосистемы цифровых технологий в инновационной среде на основе технологий промышленного интернета вещей, как единого информационного пространства, представляет собой не только использование цифровых технологий, а создание новой бизнес-модели и организации партнерства

в целях реализации новых способов совместного создания ценности для конечных потребителей и контрагентов (рисунок 2.15).



**Рисунок 2.15 – Концепция построения бизнес-модели на основе технологий промышленного интернета вещей в цифровом регионе**

Примечание – Разработано автором.

Ключевым элементом для компании, встраиваемой в экосистему, является использование концепции API (Application Programming Interface), выступающей средством интеграции, отвечающим за наличие открытых границ коммуникаций компании относительно других компаний на данном рынке.

Перспективным направлением формирования и развития эффективной инновационной среды цифровой экономики выступает создание профильных инновационных кластеров с участием научно-образовательных, проектно-конструкторских и промышленных компаний, предполагая их координацию для достижения интеграционного эффекта при реализации инновационной бизнес-

модели сотрудничества с инвесторами на основе технологий промышленного интернета вещей.

Базовые принципы построения концепции экосистемы цифровых технологий в инновационной среде на основе технологий промышленного интернета вещей представлены следующими положениями:

1. «Концепция строится на основе целевой модели экосистемы, с учетом принципов построения и закономерностей развития цифровой экономики в новых условиях, апробированных на практике в различных отраслях и сферах деятельности.

2. Локомотивом развития цифровой экономики являются цифровые технологии, системы и сервисы экономики.

3. Приоритетными направлениями развития концепции выступают международные, глобальные рынки с ведущей ролью России и участия ее в качестве равноценного партнера с зарубежными странами.

4. Основное внимание в концепции уделяется:

- повышению скорости оборота капитала, ускорению экономических процессов;

- увеличению доли присутствия на существующих рынках;

- созданию новых рынков.

5. Основой модели экосистемы выступают организационные инструменты, которые позволяют внедрять существующие продукты на старых и новых рынках инноваций, а также ускорять внедрение имеющихся систем и методологий за счет их трансформации в новые экономические реалии, на основе технологий промышленного интернета вещей.

6. Концентрация и объединение распределенных ресурсов (человеческие, информационные, вычислительные, коммуникационные ресурсы, онлайн-производство, робототехника, технологии, финансы, бизнес-модели) для создания новых инновационных продуктов, систем и сервисов с использованием интернета вещей максимально эффективным способом.

7. Организация сквозной стратегии национальной безопасности, построенной на хорошо зарекомендовавших себя и проверенных принципах.

8. Принцип сетевой интероперабельности, позволяющий с максимальной эффективностью вовлекать в оборот имеющиеся заделы: технологии, сервисы, продукты, информацию, методологии, производственные и инновационные мощности» [36].

Объективным фактором развития эффективной инновационной среды цифровой экономики выступает кластерная инициатива, представляющая совместный проект трех инициаторов, а именно: представителей государственной власти, бизнеса и науки по развитию кластеризации на данной территории.

В мировой практике понятие «кластер» применяется с конца 1990-х годов, однако единства взглядов на его определение и реализуемые функции на текущий момент нет, как нет и единой системы критериев, по которым можно оценить уровень развития технологий и переход к Индустрии 4.0, несмотря на то, что имеются стандарты к его построению и требования к структуре [13].

Автором предлагается концепция построения регионального промышленного кластера на основе инновационного подхода, используя преимущества цифровых технологий, инновационной деятельности резидентов кластера, технологий искусственного интеллекта, по аналогии с концепцией «умного» города. Таким образом, получаем экосистему кластера, основанного на интернете вещей, и приходим к выводу, что экосистема цифровых технологий «умного» производства входит в ядро кластера наряду с промышленными предприятиями.

«Умное» же производство представлено следующими услугами (компонентами, элементами) в том или ином сочетании: «умные» цифровые услуги по обеспечению производственной и инновационной деятельности кластера, «умное» ресурсообеспечение, в том числе и электроэнергетику, «умную» логистику, интеллектуальные системы в различных сферах деятельности, цифровую инфраструктуру кластера, цифровые технологии интернета вещей и т.д.

Приведение в исполнение проектов инновационных кластеров, затрагивающих одну или несколько составляющих данной системы, а также технологическую платформу их реализации, позволило определить развитие кластерных экосистем, основанных на интернете вещей, а также модели перехода от традиционных кластеров к «умным».

Экосистема цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе технологий промышленного интернета вещей строится на едином информационном пространстве, доступном для всех участников кластера. Цифровая экосистема кластера является не только платформой операционного управления, но также и интеллектуальным помощником по созданию новых бизнес-моделей и повышению эффективности бизнеса на основе технологий [30]:

- Smart Manufacturing («умное» производство);
- IoT (промышленный интернет вещей);
- Big Data (аналитика больших данных);
- облачные сервисы.

Технологии Smart Manufacturing, IoT, Big Data представляют собой элементы управления инновационным предприятием, которое интегрировано в инновационную цифровую среду кластера в качестве получателя и поставщика больших объемов данных, а также связанных с ними продукции и услуг.

Промышленный интернет вещей – комплексное понятие, под которым уже подразумевается экосистема, включающая определенные устройства, объединенные общей сетью. На предприятии в качестве данных устройств может быть любая техника с подключенными датчиками для считывания информации, которые через интернет взаимодействуют друг с другом и с внешней средой. Обычно, когда речь идет об интернете вещей, представляют «умные» устройства, но не особо масштабные вещи. «Умные» устройства тоже используются, но это только незначительная часть составляющих интернета вещей.

IoT-технологии охватывают существенное количество сфер их использования. От данных технологий зависит промышленная и инновационная

инфраструктура, они являются перспективным направлением развития системы «умного» производства и многих других схожих проектов.

Промышленный интернет вещей позволяет осуществить автоматизацию значительного количества производственных процессов, осуществлять наблюдение за технологическим обеспечением, за состоянием промышленного оборудования и пр. На основе постоянного мониторинга «умные» устройства выполняют определенные действия, например, автоматический вызов ремонтных служб для устранения неисправностей.

Функционал использования интернета вещей зависит от специфики деятельности предприятия, от предназначения подключенных устройств. Работу промышленного интернета вещей можно представить на простом примере:

- создается интегратор (устройство-хаб), которое находится на предприятии и к нему подключаются датчики для передачи информации о состоянии используемых объектов;

- администратор интернета вещей передает на системный хаб определенные команды для автоматизации процессов или настраивает объекты так, чтобы они могли без вмешательства посторонних лиц осуществлять свои функции.

За функционированием всей системы интернета вещей осуществляют контроль специальные алгоритмы на основе программного обеспечения.

Имеется два основных вида интернета вещей:

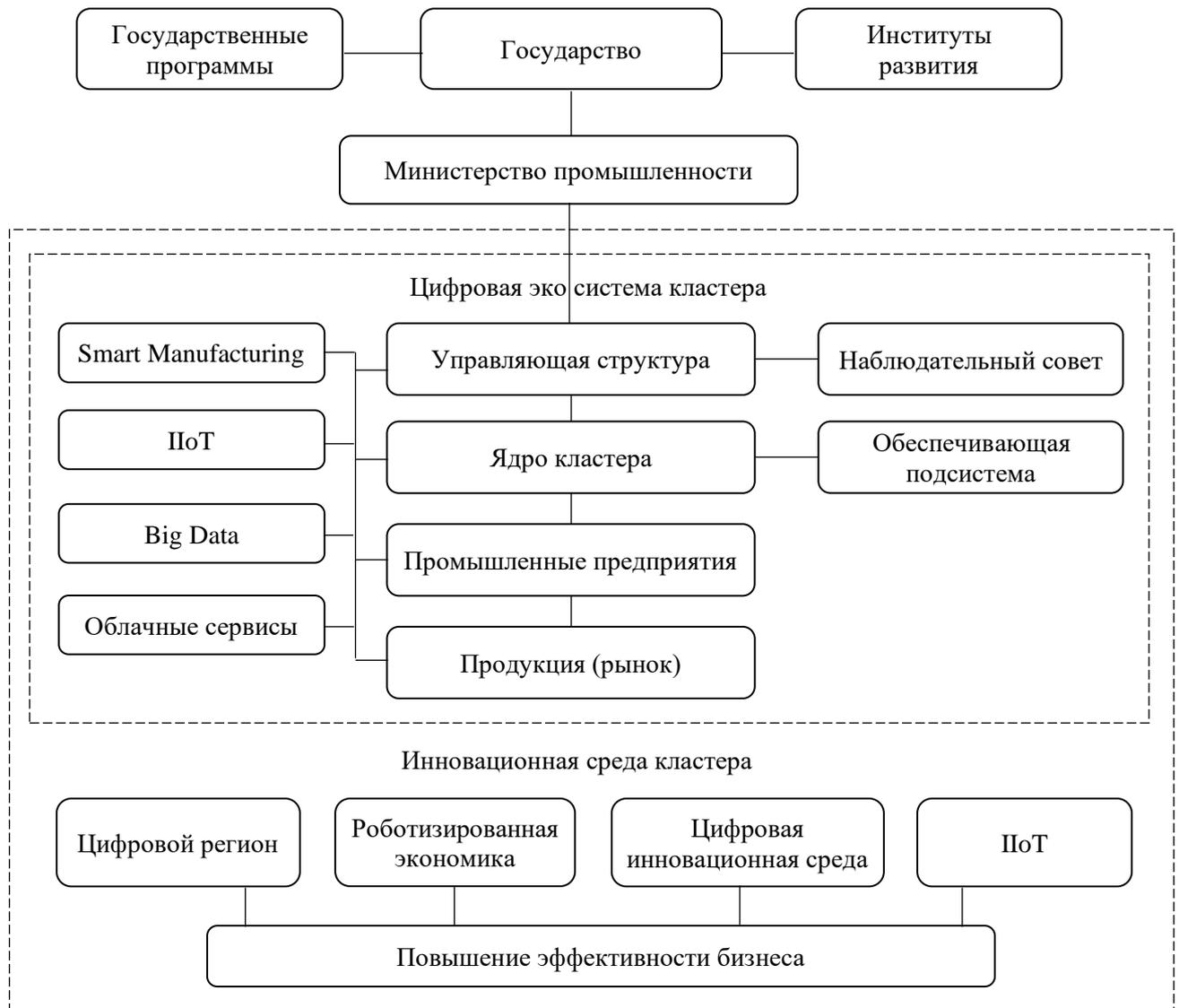
- консьюмерский вариант – создан для использования людьми (сети информатизации, ЖКХ, «умный» дом и пр.);

- индустриальный (промышленный) интернет вещей – создан для бизнеса.

Сфера применения промышленного интернета вещей принципиально отличается от консьюмерского варианта своими масштабами – IoT (или «умный» дом) оказывает влияние на жизнедеятельность одного человека или членов его семьи, в то время как промышленный формат распространяет влияние на существенное число людей и значительные территории.

Сложные системы датчиков IoT позволяют затрачивать меньше времени на наблюдение и основное внимание уделить работе.

Замкнутая технология обмена информационными данными между IoT, Smart Manufacturing и Big Data, в свою очередь, выступает экосистемой, позволяющей менеджменту промышленных предприятий предоставить объективную аналитику в реальном режиме времени, а именно: осуществить аудит состояния текущей бизнес-ситуации, провести оперативный анализ направлений и предикативный прогноз развития бизнес-процессов, оценить товарную политику компании и осуществить оценку показателей эффективности бизнеса, а также провести анализ потребительского рынка (рисунок 2.16).



**Рисунок 2.16 – Экосистема цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе технологий промышленного интернета вещей**

Примечание – Разработано автором.

Экосистемы цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе технологий промышленного интернета вещей являются перспективной моделью сетевой организации «умного» производства, а цифровая кластеризация экономики выступает необходимым условием для ее перехода к инновационной экономике.

Структурно, кластеры – это сложные динамические системы сетевого характера или экосистемы, в которых юридически самостоятельные резиденты выстраивают отношения интерактивной интеграции и коллаборации в целях осуществления совместных проектов в едином цифровом пространстве инновационной среды цифровой экономики [46].

Ключевыми особенностями построения экосистемы цифровых технологий в инновационной среде кластера в новых экономических реалиях выступают:

- создание перспективной конкурентной модели сетевой организации «умного» производства;
- концентрация и эффективное использование ресурсов инновационной среды цифровой экономики;
- развитие цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе промышленного интернета вещей;
- построение инфраструктуры модели «умного» производства на основе взаимодействия с НИИ, университетами, тестовыми лабораториями, центрами коллективного пользования.

Индивидуальные особенности модели экосистемы цифровых технологий в инновационной среде кластера:

- «создание «умных» производств на основе роботизации управления и производственных процессов;
- эффективное использование ресурсов на основе использования цифровых технологий промышленного интернета вещей и базовых принципов цифровой экономики;
- прозрачность функционирования модели экосистемы за счет роботизированных процессов, алгоритмизации и достоверности данных;

- сетевизация всех процессов управления и производства – обратная связь на основе технологий промышленного интернета вещей в режиме реального времени;
- мотивация и эффективная социальная модель (оплата за реально выполненную работу и используемые ресурсы, своевременность, отчетность, информируемость)» [53].

Одной из задач кластерной стратегии выступает задача продвижения и диффузии инноваций на рынке за счет их коммерциализации, то есть формирование политики востребованности инноваций, их привлекательности, тиражирование и реализация конкурентоспособной продукции, в которой реализованы инновационные наработки науки и технологий.

В качестве комплексной бизнес-задачи предприятий и организаций – резидентов кластера рассматривается создание и развитие эффективной инновационной среды цифровой экономики, включающей:

- «сосредоточение основного внимания на разработке инновационной, конкурентоспособной продукции и доведении ее до потребителя за счет интеграции усилий государства, научных и образовательных организаций, бизнес-сообщества, производственных предприятий;
- повышение коммерциализации результатов инновационной деятельности не только на имеющемся рынке инноваций, но и активная деятельность по созданию новых рынков;
- создание системы управления для новых экономических условий, обеспечивающей деятельность инновационного кластера на основе технологий промышленного интернета вещей, цифровой экосистемы, обоснованности логистических процессов и эффективности функционирования;
- формирование и реализация непрерывной онлайн-подготовки и переподготовки кадров, требующихся для современных систем кластерного управления, с наличием ключевых компетенций Data Science & Machine Learning (аналитика больших данных и машинное обучение) и пр.;
- развитие комплексного участия отечественных организаций в перспективных иностранных технологических и научно-исследовательских

проектах, консолидация усилий с ведущими российскими и зарубежными научно-исследовательскими центрами по продвижению эффективных технологий и инновационных проектов;

- построение и развитие цифровой экосистемы инновационных кластеров» [13].

В основе финансирования кластерных инициатив экосистемы, как правило, находятся средства крупного инвестора или банка (базовые предприятия кластера) с дополнительным бюджетным финансированием по целевым государственным программам. Возможен вариант внутреннего финансирования за счет интеграции ресурсов предприятий-резидентов, вкладов участников и финансирования из различных специализированных фондов и внебюджетных программ (рисунок 2.17).



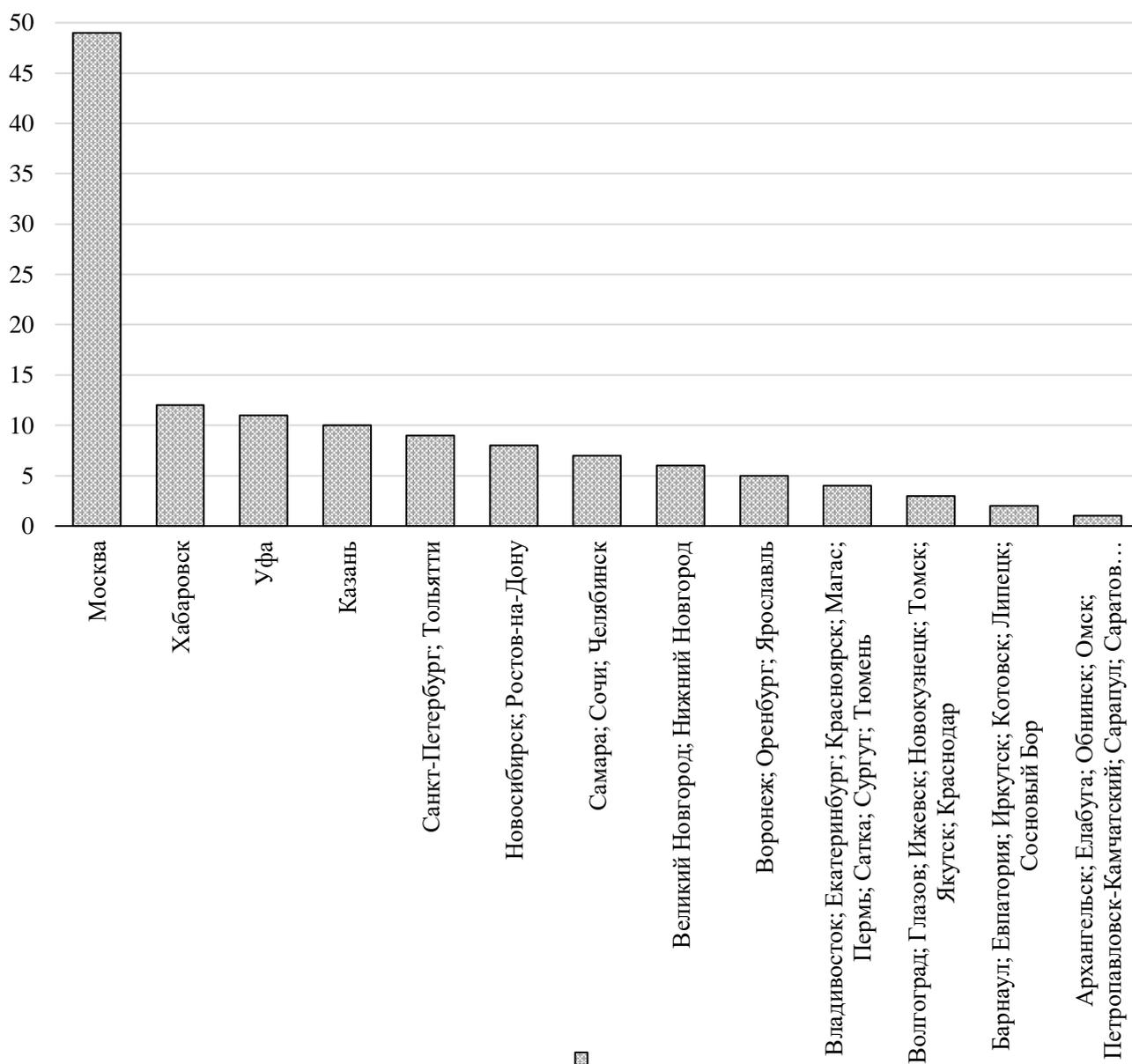
**Рисунок 2.17 – Финансирование проектов экосистемы цифровых технологий**

Примечание – Разработано автором.

Можно отметить, что наибольший удельный вес в общем числе проектов создания экосистем цифровых технологий в инновационной среде на основе IoT занимают США (17,5%), Сингапур (16,26%), Южная Корея (12,58%) и ОАЭ

(10,12%). Однако в США данные проекты реализуются в 7 городах, тогда как в Сингапуре, Южной Корее и ОАЭ – в одном городе. Таким образом, три последних города являются мировыми лидерами по числу реализуемых проектов «умного» производства.

Согласно данным «Smart City Lab» Департамента информационных технологий г. Москвы, в России реализуются 237 проектов «умного» города и «умного» производства (рисунок 2.18).



**Рисунок 2.18 – Количество реализуемых проектов «умного» города и «умного» производства в РФ**

Примечание – Разработано автором на основе: [95].

Наибольшее число проектов (49) реализуется в Москве, также сравнительно большое число проектов – в Хабаровске (12), Уфе (11) и Казани (10).

Среди этих проектов имеют место комплексные проекты «умного» производства: в Тольятти (Программно-аппаратный комплекс «Умное производство», Аналитическая система АвтоВАЗ «Умное производство»), в Казани (Комплексное решение «умного города и производства» на сети NB-IoT).

В структуре систем промышленного интернета вещей «умных» производств в РФ выделяют следующие компоненты: городское управление; инновационная среда; цифровая среда; инфраструктура сетей связи; состояние экономики и инвестиционный климат; системы общественной безопасности; системы экологической безопасности; системы социальных услуг; «умное» ЖКХ; «умный» городской транспорт; туризм и сервис [76].

Можно отметить, что в российской практике выделяется значительное число компонент «умного города и производства», а следовательно, цифровых технологий.

Базовой технологией реализации данных проектов промышленного интернета вещей являются протоколы mbus, LoRa, iot. В целом, половина представленных проектов осуществляется не с помощью современных цифровых технологий, причем в большей своей части данные проекты реализуются региональными компаниями на основе их собственных платформ и приложений, что повышает раздробленность рынка, и затраты на реализацию таких проектов выше.

«Экосистема цифровых технологий в инновационной среде на основе PoT представляет собой совокупность взаимосвязанных субъектов, цифровых сервисов, технических комплексов, программного обеспечения, сетей связи и т.д., действующих как единое целое с целью достижения поставленных целей, а именно удовлетворения потребностей получателей цифровых технологий с наименьшими временными, материальными и финансовыми затратами» [66].

На рисунке 2.19 представлены составляющие экосистемы интернета вещей, описанные А. Меолой.



**Рисунок 2.19 – Компоненты экосистемы промышленного интернета вещей**

Примечание – Разработано автором на основе: [117].

В целом, можно отметить, что принципы работы и элементы экосистемы для всех сегментов рынка и видов цифровых технологий идентичны.

Принцип работы, а также решения для реализации проектов на основе IoT во многом совпадают, различия наблюдаются только на физическом (инфраструктурном) уровне, который представляет собой материальную основу работы всей экосистемы. Материальная составляющая дополняется подключенными устройствами, приборами мониторинга, которые собирают и передают данные о потреблении ресурсов без участия человека.

На российском рынке уже сформировался достаточный уровень производства подключенных устройств, способных обеспечить растущий спрос, что подтверждается анализом реализуемых проектов. Сама экосистема промышленного интернета вещей в России представлена множеством предприятий, являющихся производителями необходимых компонент экосистемы,

и интеграторами, предлагающими комплексные решения по автоматизации учета потребления ресурсов.

Основные участники экосистемы промышленного интернета вещей в России представлены в таблице Б.2 (приложение Б) и таблице 2.16.

**Таблица 2.16 – Компании – участники экосистемы цифровых технологий промышленного интернета вещей по критерию «производители сетевых устройств»**

Тип производимой продукции	Компании – участники экосистемы	
	Российские предприятия	Зарубежные предприятия
Сетевое оборудование (базовые станции, модемы и т.д.)	ОАО «Телеофис», г. Москва; ГК «Теплоприбор», г. Москва; ООО «АйСиБиКом», г. Москва; ООО «Вега-Абсолют», г. Новосибирск; ООО «НАГ», г. Екатеринбург; ООО «Смартико», г. Москва; ООО «СПРУТНЭТ», г. Москва; ООО «Телематические Решения», г. Москва	Dragino Technology Co., LTD., Китай; Kerlink SA, Франция; ICP DAS CO., LTD., Китай; iRZ Электроника, Россия-Германия; Jinan USR IOT Technology Limited, Китай; Moxa Inc., Тайвань; Orion M2M (ТОО «ОРИОН СИСТЕМА»), Казахстан; Pessl Instruments GmbH, Австрия; RAKwireless Technology Co., Ltd., Китай; Relay GmbH, Германия; SIA Mikrotikls, Латвия; Sontex SA, Чехия; Tibbo Technology Inc., Тайвань; Ursalink, Китай; Xiamen Four-Faith Communication Technology Co., Ltd., Китай
Примечание – Разработано автором.		

Согласно данным таблицы Б.2 можно сделать вывод, что на российском рынке представлено достаточное количество промышленных предприятий, производителей конечной продукции.

К конечной продукции относятся подключенные устройства, «умные» счетчики, устройства приема-передачи данных и прочая продукция, при этом большинство из производителей – российские компании, расположенные в Москве и Санкт-Петербурге.

Вторая важная компонента элемента «производители сетевых устройств» – это сетевое оборудование (базовые станции, модемы и т.д.). На российском рынке представлена в основном компаниями из стран Европы и Юго-Восточной Азии,

однако присутствуют также и российские производители, преимущественно расположенные в Москве.

Элемент экосистемы промышленного интернета вещей «связь» в России представлен незначительным количеством крупных компаний – операторов сотовой связи, в первую очередь, это публичные акционерные общества «Вымпелком», «Мегафон» и «МТС», а также АО «Глонасс», АО «Компания ТрансТелеКом», ПАО «Ростелеком» и др.

**Таблица 2.17 – Компании – участники экосистемы цифровых технологий промышленного интернета вещей по критерию «IoT-платформы»**

Компании	Поддерживаемая IoT-платформа
АО «Элдис», г. Санкт-Петербург	АИИС Элдис, сертифицированная платформа для построения дистанционных систем коммерческого учета энергоресурсов
ЗАО «ОТДЕЛ», г. Санкт-Петербург	Система С-300 – кросс-платформенное решение для автоматизации инженерных решений и управления бизнес-процессами на рынке жилищно-коммунального хозяйства
ООО НПП «ТЕПЛОВОДОХРАН», г. Рязань	ИАСКУЭ «Пульсар» – автоматизированный учет в отдельных многоквартирных домах и жилищных комплексах
ООО «АйСиБиКом», Московская обл., пос. Путилково	Единая автоматизированная система учета энергоресурсов «АИСТ»
ООО «Глобал Телематика», г. Москва	FENIX SMART-ЖКХ, IoT-платформа беспроводных LPWAN-сетей для сбора данных в ЖКХ
ООО «Декаст», г. Москва	IoT-платформа Декаст.Сервисы – приложение для управления сетями поставки энергоресурсов и взаимодействия между поставщиком и потребителем
ООО «Интернет вещей», Самарская обл., г. Тольятти	Автоматизированная система сбора и учета энергоресурсов НЕКТА
ООО «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ», г. Москва	«Сеть 868» – диспетчеризация и дистанционный сбор данных с приборов учета
ООО «МЕТЕР», г. Санкт-Петербург	«Смарт-МЕТЕР» – комплексная система «умного» учета и платежей за энергоресурсы
ООО «Рустехнология», г. Москва	Программно-аппаратный комплекс «Смарт Абонент», комплексное управление домашней автоматикой и энергоресурсами
ООО «Современные радио технологии»	Система «умного» учета ЖКХ (АСКУВ) «СТРИЖ»
ООО «Сфера экономных технологий», г. Омск	Программный комплекс «Хронос» – для использования в сфере ЖКХ (УК, ТСЖ) и промышленности
ООО «Твоя Сеть Телеметрии», г. Воронеж	Единая информационная система коммуникаций ТСТ
ООО «Телематические решения»	Беспроводной учет электрической энергии WAVIoT; Дистанционный сбор показаний счетчиков воды WAVIoT
ПАО «МегаФон»	«Умное ЖКХ»
Примечание – Разработано автором на основе: [42].	

Элемент экосистемы интернета вещей «IoT-платформы» представлен инжиниринговыми компаниями и компаниями - интеграторами готовых решений. Российские компании – разработчики IoT-платформ расположены преимущественно в Москве. Особенностью данного элемента является тот факт, что каждая компания разрабатывает и поддерживает собственную уникальную платформу, которая обеспечивает управление работой физических элементов экосистемы и, в отличие от них, не может быть заменена или интегрирована с продуктом другой компании-разработчика (таблица 2.17).

Однако, несмотря на значительное число компаний, формирующих экосистему промышленного интернета вещей в России, ее развитию препятствуют определенные ограничения, и в первую очередь, следует отметить инфраструктурные ограничения.

Выводы по главе 2:

1) проведен анализ состояния и развития цифровых технологий в инновационной среде, исследован рейтинг интенсивности внедрения цифровых технологий и цифровой трансформации в инновационной среде;

2) определена структура внутренних затрат организаций на формирование, распространение и применение цифровых технологий, а также связанных с ними цифровых продуктов по видам деятельности;

3) выявлены тренды и эффекты от использования топ-15 цифровых технологий в промышленном секторе;

4) исследованы цифровые технологии в сфере применения промышленного интернета вещей;

5) предложены принципы функционирования и организационная схема построения промышленного интернета вещей;

6) разработана модель взаимодействия субъектов промышленного интернета вещей и методика оценки его параметров;

7) разработана экосистема цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе промышленного интернета вещей;

8) предложена бизнес-модель на основе технологий промышленного интернета вещей в цифровом регионе;

9) предложены компоненты и сформирована экосистема цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе промышленного интернета вещей.

## ГЛАВА 3

# МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В СФЕРЕ ЖКХ

### 3.1 Алгоритм выбора стратегии внедрения цифровых технологий интернета вещей

Внедрение новых технологий, в том числе цифровых, требует тщательной проработки и оценки экономической эффективности предлагаемых нововведений. Технико-экономическое обоснование позволяет оценить целесообразность инновационных предложений и проанализировать изменения с различных точек зрения. Прежде чем внедрять цифровые технологии на базе интернета вещей, нужно тщательно изучить технические и экономические аспекты, а также оценить уровень социально-экономического развития региона и готовность людей к изменениям. Не все инновационные разработки, направленные на улучшение качества товаров, услуг и технологий, могут быть полезны для потребителей в краткосрочной перспективе. Однако для организации, внедряющей цифровые технологии, экономическая эффективность более очевидна.

Относительно внедрения цифровых технологий на основе интернета вещей в сфере ЖКХ самыми распространенными примерами являются «умные» счетчики, позволяющие передавать показания с помощью встроенных радиомодулей. Подобные технологии повышают качество обслуживания потребителей, которым не надо передавать показания самостоятельно по определенному графику раз в месяц, а также снижают возможности расхождений в показаниях и оплате, возникающих по причине несвоевременной передачи данных пользователями.

Рассмотрим процесс внедрения организацией системы цифровых технологий на основе интернета вещей. Данный процесс подразумевает комплекс мер, включающий установку первоначального оборудования, необходимого для создания системы, монтаж отдельных объектов у конечных пользователей, обслуживание всей системы. Причем современное развитие цифровых технологий позволяет выбирать между выполняющими аналогичные функции объектами, имеющими индивидуальные технические и экономические характеристики. Соответственно, у организации появляется задача выбора или комбинации технологических решений с учетом определенных показателей.

Различные технологии подразумевают использование индивидуальных стратегий внедрения. К примеру, при выборе стратегии по внедрению счетчиков, поддерживающих стандарт NB-IoT, не потребуется заниматься установкой и подключением базовых станций. Сети сотовой связи Самарской области поддерживают данный стандарт, и затраты на подключение базовых станций не относятся к организации ЖКХ и не включаются в стоимость услуг по установке и подключению потребителям. Потребители в структуре ежемесячного тарифа оплачивают только услуги связи. В то же время при выборе стратегии с использованием сетей LoRaWAN затраты на внедрение технологий включают в себя стоимость базовых станций и комплектующих, их монтаж и обслуживание, доступ к серверу, подключение шлюзов LoRa, доступ к данным с использованием API, активацию устройств.

Помимо целевых показателей, организации следует учесть предпочтения потребителей, оценить которые можно по системе показателей с помощью опроса. Организации, внедряющей цифровые технологии, нецелесообразно включать в анализ объекты интернета вещей, которые не востребованы потребителем. В условиях широких возможностей в подборе аналогов предпочтительнее учесть мнение конечного пользователя.

Перечислим основные этапы выбора стратегии организации ЖКХ, внедряющей цифровые технологии:

1 этап: сравнительный анализ технологий/стратегий, рассматриваемых для внедрения;

2 этап: разработка экономико-математической модели выбора стратегии внедрения цифровых технологий;

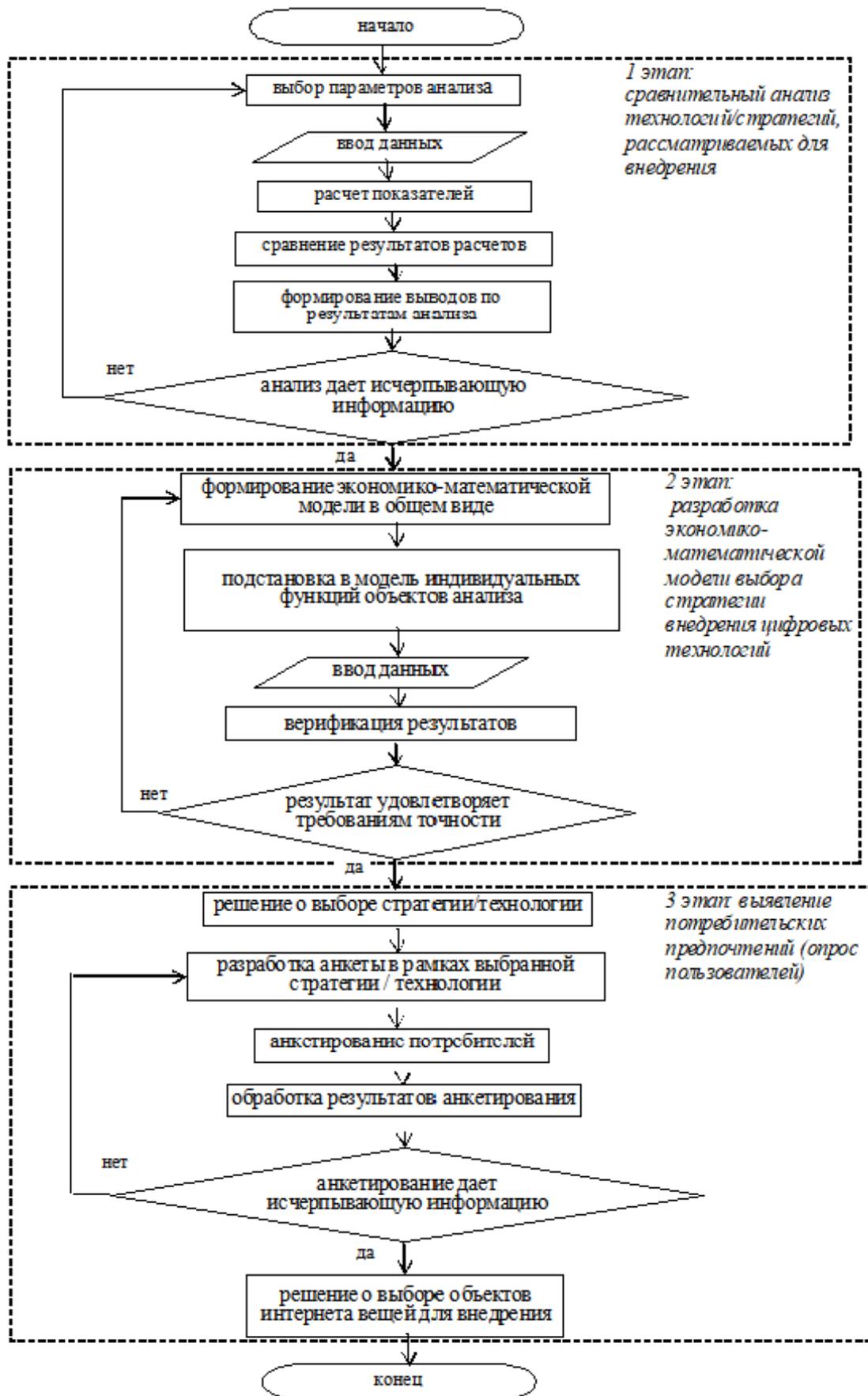
3 этап: выявление потребительских предпочтений (опрос пользователей).

Рассмотрим каждый этап выбора стратегии подробнее.

Сравнительный анализ технологий/стратегий интернета вещей подразумевает проверку совместимости существующей инфраструктуры с внедряемыми технологиями, анализ социально-экономической эффективности. В результате проведения данного этапа отбираются объекты, которые возможно использовать в данном регионе, в рассматриваемой отрасли. Возвращаясь к примеру со счетчиками, поддерживающими стандарт NB-IoT, отметим, что в Самарской области не потребуется заниматься установкой и подключением базовых станций, так как сети сотовой связи региона поддерживают данный стандарт.

Разработка экономико-математической модели и ее применение для выбора стратегии внедрения цифровых технологий позволят определить оптимальный вариант по критерию максимизации прибыли организации. Входными для модели являются данные, отраженные в технико-экономическом анализе объектов: начальные затраты (установка и подключение базовых станций), постоянные затраты (доступ к серверу), переменные затраты (подключение пользователей) и стоимость подключения устройства. В зависимости от суммы затрат, производимых на разных этапах внедрения, имеющих различную взаимосвязь с количеством установленных объектов, вид функций модели будет меняться, что повлияет на выбор методов решения задачи.

Выявление потребительских предпочтений, осуществляемое в виде опроса пользователей, целесообразно проводить для взаимозаменяемых моделей, так как некорректно производить сравнение приборов, работающих на основе разных сетей связи. В этой связи данный этап проводится после выбора стратегии, определенной с помощью экономико-математической модели.



**Рисунок 3.1 – Алгоритм выбора стратегии внедрения цифровых технологий интернета вещей**

Примечание – Разработано автором.

Удобство эксплуатации зависит от ряда параметров, связанных с длительностью автономной работы, периодичностью и точностью передачи данных и т.д. Выбор пользователей следует учитывать для повышения эффективности обслуживания потребителей.

Разработанный процесс выбора стратегии организации ЖКХ, внедряющей цифровые технологии, представим в виде алгоритма (рисунок 3.1). Алгоритм включает все этапы, описанные выше.

Следует отметить взаимосвязь и последовательность этапов выбора стратегии: результаты, собранные в ходе проведения анализа на первом этапе, используются на втором этапе для построения модели в общем виде и для ее спецификации, а результаты моделирования и оптимального выбора стратегии, полученные на втором этапе, используются для определения набора объектов внедрения и опроса потребителей на третьем этапе.

### **3.2 Методика оценки эффективности комплекса цифровых технологий в инновационной среде**

Цифровизация экономики, приводя к качественному развитию жизни населения, требует также развития новых подходов к управлению процессом формирования новых товаров и технологий. Одним из основных инструментов управления как в сервисной, так и в цифровой экономике является система КРІ, однако оценивать новые продукты и технологии, а также процесс их формирования и развития необходимо с помощью новых показателей эффективности, что требует их модернизации.

В формировании цифровых технологий в инновационной среде на основе интернета вещей задействованы все субъекты данной сферы, однако качество

предоставления технологий воспринимается потребителями, в основном, относительно самого последнего звена в цепи использования данных технологий – непосредственно предприятий, осуществляющих промышленную деятельность и обслуживание (ТСЖ, УК и т.д.). По сути, система показателей комплекса цифровых технологий в инновационной среде на основе интернета вещей должна распространяться на всех субъектов, участвующих в процессе использования технологий. С учетом специфики данного рынка, а также направления трансформации сферы предоставляемых технологий в соответствии с централизованной моделью («сверху вниз») целесообразно также выделить показатели эффективности деятельности для региональных органов исполнительной власти, участвующих в данном процессе.

Существующие подходы к оценке эффективности комплекса цифровых технологий в инновационной среде на основе интернета вещей состоят в том, что их рассматривают как часть экосистемы «умного» производства или «умного» города, при этом оценивается в большей части развитие только части данных технологий. Среди систем оценки технологий в рамках концепции «умного» производства можно выделить следующие:

- CIMI 2019 (IESE);
- Global Cities Index 2018 (A.T. Kearney);
- Global Financial Centres Index (GFCI) 2018 (Z/Yen);
- Global Power City Index 2018 (MMF);
- Quality of Living City Ranking 2018 (Mercer);
- Global Liveability Index 2018 (Economist Intelligence Unit);
- Sustainable Cities Index 2018 (Arcadis);
- Juniper Research и Intel 2017;
- EasyPark 2017;
- IQ городов.

На наш взгляд, целесообразно сформировать систему показателей оценки эффективности цифровых технологий на основе интернета вещей в разбивке их по группам и субъектам экосистемы, для которых предлагается их внедрить. Круг

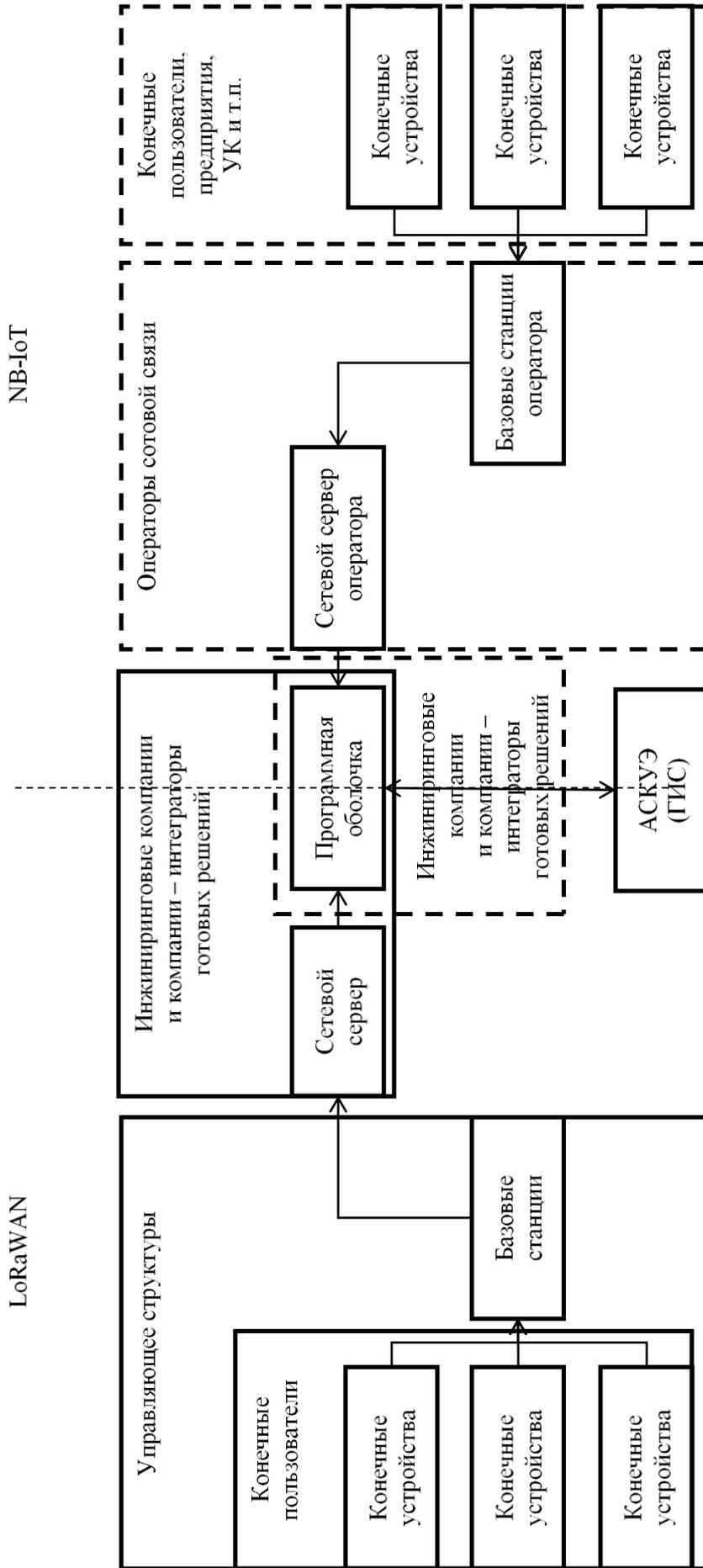
субъектов, участвующих в процессе предоставления технологий на основе интернета вещей, расширяется, поскольку появляются новые участники данного процесса, без которых работа экосистемы невозможна.

Таковыми субъектами выступают компании, предоставляющие технологии по внедрению и поддержке работы системы: инжиниринговые компании и компании – интеграторы готовых решений (сбор и автоматизированный удаленный учет приборов контроля) и операторы сетей связи. Также необходимо отметить, что поскольку развитие технологий может происходить на уровне региона, ряд показателей относится к показателям макроуровня и требует мониторинга региональными органами власти.

Необходимость формирования системы КРІ связана с потребностью управления, однако необходимо отметить, что функции анализа и контроля не входят в круг интересов абсолютно всех участников комплекса использования цифровых технологий, так, подобные системы необходимы в том случае, если экосистема цифровых технологий формируется по типу централизованной или смешанной модели, в которых присутствует управляющий субъект, в компетенцию которого входит контроль за эффективностью предоставления комплекса технологий.

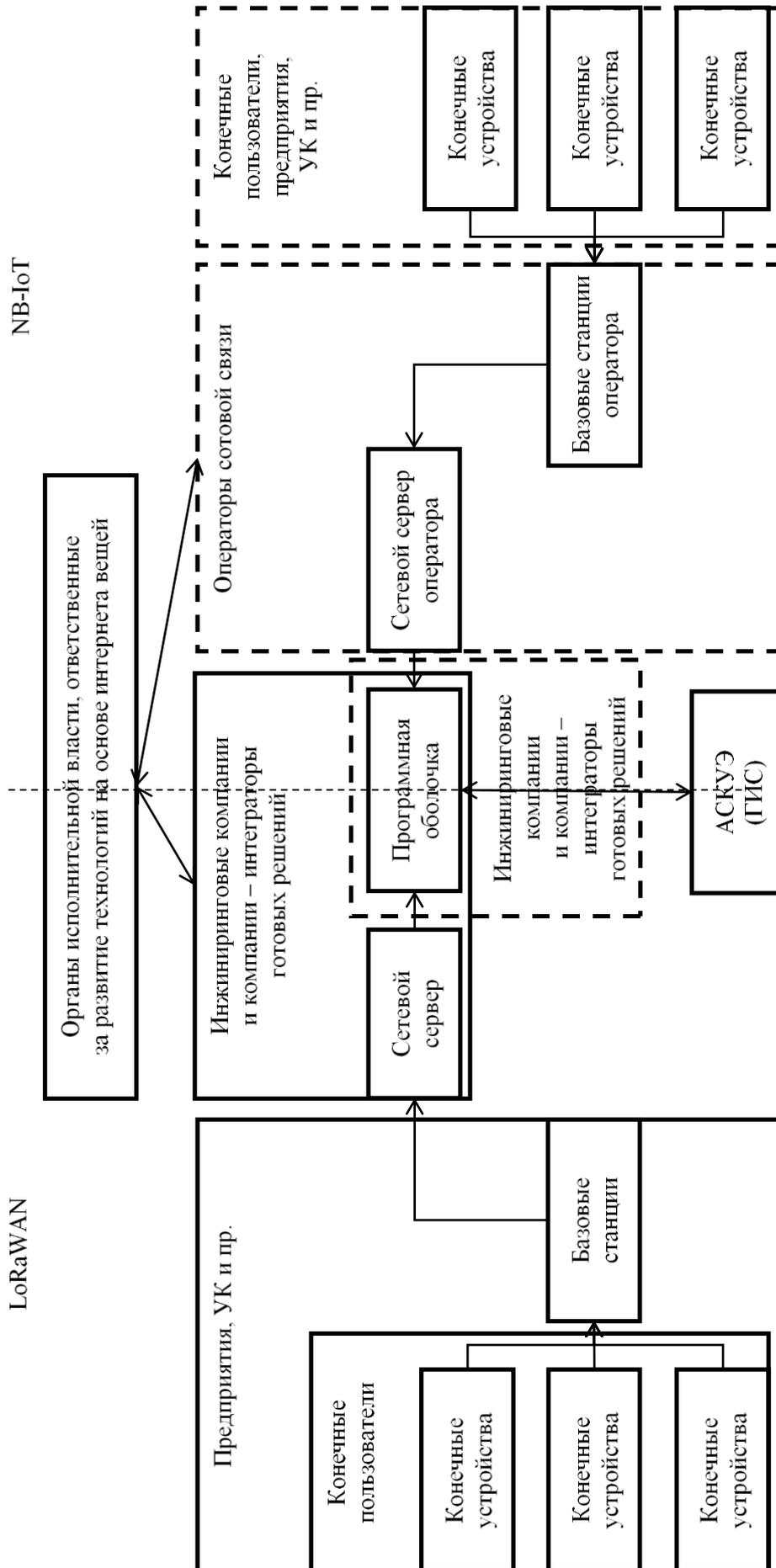
Для децентрализованной модели наличие системы КРІ не может считаться директивным, более того, компании, которые предоставляют технологии по внедрению интернета вещей в производственные процессы, имеют возможность самостоятельного выбора перечня оцениваемых показателей.

В целом систему КРІ комплекса цифровых технологий на основе интернета вещей можно разбить на такие группы показателей, как: показатели социально-экономической эффективности, инфраструктурные показатели, показатели качества цифровых технологий, показатели производительности экосистемы цифровых технологий. Также можно выделить разные уровни субъектов, которые могут быть, с одной стороны, заинтересованы в контроле показателей, а с другой стороны, подвергаться контролю.



**Рисунок 3.2 – Дифференциация сферы компетенций субъектов при оценке эффективности предоставления комплекса цифровых технологий, основанных на интернете вещей, при децентрализованной модели формирования**

Примечание – Разработано автором.



**Рисунок 3.3 – Дифференциация сферы компетенций субъектов при оценке эффективности предоставления комплекса цифровых технологий, основанных на интернете вещей, при централизованной модели формирования**

Примечание – Разработано автором.

Из вышесказанного следует необходимость дифференцировать системы показателей оценки эффективности комплекса цифровых технологий, основанных на интернете вещей, при децентрализованной и централизованной моделях формирования данных технологий (LoRaWAN или NB-IoT) (рисунки 3.2–3.3).

Суть предлагаемого подхода, проиллюстрированного на рисунках 3.2 и 3.3, заключается в том, что необходимость оценки тех или иных показателей возникает только в случае заинтересованности субъекта, таким образом, набор показателей для разных моделей формирования технологий также будет различаться.

В частности, конечные пользователи не заинтересованы в оценке тех или иных показателей. Их потребность в той или иной оценке возникает только на стадии принятия решения о развитии технологий на основе интернета вещей и охватывает, фактически, оценку удельных затрат потребителя, срока окупаемости и степени удобства пользования приборами учета и программным приложением.

Аналогичные показатели рассматриваются субъектами, непосредственно предоставляющими цифровые технологии потребителям, – предприятия, УК и пр.

Для компаний, предоставляющих технологии по техническому оснащению и поддержанию работы системы, основным показателем является прибыль, которую они получают от своей деятельности, а также окупаемость инвестиций, вложенных в создание продукта. Аналогично – для операторов сотовой связи, фактически они создают инфраструктуру сетей стандарта NB-IoT, в связи с чем несут материальные затраты, которые необходимо окупить.

Полный набор показателей, отражающий комплексную оценку эффективности и результативности экосистемы интернета вещей, может быть применен только в централизованной модели, то есть при наличии единого субъекта управления, цель которого состоит в соблюдении баланса интересов всех субъектов.

Как отмечалось ранее, показатели оценки эффективности комплекса цифровых технологий на основе интернета вещей предлагается дифференцировать на несколько групп. Показатели социально-экономической эффективности представлены в таблице 3.1.

**Таблица 3.1 – Показатели социально-экономической эффективности комплекса цифровых технологий на основе интернета вещей**

Показатели	Методика расчета	Целевое значение	Тип показателя
Экономия затрат населения на оплату услуг «умного» города, %	$\mathcal{E}_{\text{усл}} = \left(1 - \frac{Z_{\text{ИоТ}}}{Z_{\text{баз}}}\right) \cdot 100\%,$ <p>где <math>Z_{\text{ИоТ}}</math> – затраты на оплату технологий после внедрения интернета вещей, руб.;  <math>Z_{\text{баз}}</math> – затраты на оплату технологий до внедрения интернета вещей, руб.</p>	→ max	Прямой
Изменение объема потребления ресурсов, %	$\mathcal{E}_{\text{рес}} = \left(1 - \frac{\text{Рес}_{\text{ИоТ}}}{\text{Рес}_{\text{баз}}}\right) \cdot 100\%,$ <p>где <math>\text{Рес}_{\text{ИоТ}}</math> – объем потребления ресурсов после внедрения интернета вещей, руб.;  <math>\text{Рес}_{\text{баз}}</math> – объем потребления ресурсов до внедрения интернета вещей, руб.</p>	→ max	Прямой
Удельные затраты конечных потребителей на внедрение системы и ее обслуживание, тыс. руб.	$C_{\text{уд}} = \frac{C}{m},$ <p>где <math>C</math> – общие затраты на внедрение системы, тыс. руб.;  <math>m</math> – число подключенных пользователей, ед.</p>	→ min	Обратный
Примечание – Разработано автором.			

Социально-экономическая эффективность оценивается как на стадии разработки и внедрения экосистемы цифровых технологий на основе интернета вещей, так и на стадии эксплуатации, при этом первые два показателя должны оцениваться постоянно.

В таблице 3.2 представлены инфраструктурные показатели, отражающие эффективность работы технической составляющей экосистемы.

Как видно из таблицы 3.2, показатели, отражающие эффективность инфраструктуры экосистемы цифровых технологий, являются достаточно масштабными, отражающими эффективность всей системы в целом.

Следующей группой показателей, отражающих эффективность формирования и развития цифровых технологий на основе интернета вещей, являются показатели качества (таблица 3.3). Именно на повышение качества и формирование новой потребительской ценности направлено внедрение новых технологий их оказания.

**Таблица 3.2 – Инфраструктурные показатели комплекса цифровых технологий на основе интернета вещей**

Показатели	Методика расчета	Целевое значение	Тип показателя
Доля предприятий и многоквартирных домов, оборудованных «умными» системами контроля, %	$D_{\text{МКД}} = \frac{\text{МКД}_{\text{ИоТ}}}{\text{МКД}_{\text{Общ}}} \times 100\%$ <p>где МКД<sub>ИоТ</sub> – число МКД, подключенных к экосистеме услуг на основе интернета вещей, ед.; МКД<sub>Общ</sub> – общее число обслуживаемых предприятий и МКД, ед.</p>	→ max	Прямой
Уровень покрытия территории сетями связи нового поколения, %	$S_{\text{ИоТ}} = \frac{\text{Пл}_{\text{ИоТ}}}{\text{Пл}_{\text{Общ}}} \times 100\%$ <p>где Пл<sub>ИоТ</sub> – площадь территории, покрытой сетями связи нового поколения, км<sup>2</sup>; Пл<sub>Общ</sub> – общая площадь обслуживаемой территории, км<sup>2</sup></p>	→ max	Прямой
Примечание – Разработано автором.			

**Таблица 3.3 – Показатели качества цифровых технологий на основе интернета вещей**

Показатели	Методика расчета	Целевое значение	Тип показателя
Изменение трудоемкости процесса передачи данных приборов учета, %	$T_{\text{усл}} = \left(1 - \frac{T_{\text{ИоТ}}}{T_{\text{баз}}}\right) \cdot 100\%$ <p>где T<sub>ИоТ</sub> – среднее время, затрачиваемое на передачу данных приборов учета после внедрения технологии интернета вещей, ч; T<sub>баз</sub> – среднее время, затрачиваемое на передачу данных приборов учета до внедрения технологии интернета вещей, ч</p>	→ max	Прямой
Изменение надежности эксплуатации технологий	$C_{\text{усл}} = \left(1 - \frac{C_{\text{ИоТ}}}{C_{\text{баз}}}\right) \cdot 100\%$ <p>где C<sub>ИоТ</sub> – среднее число сбоев в работе приборов учета после внедрения технологии интернета вещей, ед.; C<sub>баз</sub> – среднее число сбоев в работе приборов учета до внедрения технологии интернета вещей, ед.</p>	→ max	Прямой
Удовлетворенность субъектов качеством предоставляемых технологий, баллы	$y_{\text{кач}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$ <p>где y<sub>i</sub> – оценка по установленной балльной шкале каждого из показателей, отражающих параметры удовлетворенности услугами, баллы; n – количество параметров, ед.</p>	→ max	Прямой
Примечание – Разработано автором.			

Среди данной группы показателей наибольший интерес представляет удовлетворенность граждан качеством предоставляемых технологий, можно отметить данный показатель как целевой и основной для всей системы показателей.

Последней группой показателей выступают показатели производительности экосистемы цифровых технологий на основе интернета вещей (таблица 3.4). Они также являются масштабными показателями, отражающими работу системы в целом.

**Таблица 3.4 – Показатели производительности экосистемы цифровых технологий на основе интернета вещей**

Показатели	Методика расчета	Целевое значение	Тип показателя
Доля технологий, предоставляемых на основе интернета вещей, %	$D_{\text{ИоТ}} = \frac{Q_{\text{ИоТ}}}{Q_{\text{Общ}}} \times 100\%$ где $Q_{\text{ИоТ}}$ – объем технологий, предоставляемых на основе интернета вещей, руб.; $Q_{\text{Общ}}$ – общий объем предоставляемых технологий, руб.	→ max	Прямой
Доля постоянно подключенных устройств в системе от общего числа приборов, %	$N_{\text{ИоТ}} = \frac{\text{Пр}_{\text{подкл}}}{\text{Пр}_{\text{Общ}}} \times 100\%$ где $\text{Пр}_{\text{подкл}}$ – число приборов, постоянно подключенных к экосистеме интернета вещей, ед.; $\text{Пр}_{\text{Общ}}$ – общее число приборов, подключенных к экосистеме интернета вещей, ед.	→ max	Прямой
Доля активных пользователей экосистемы цифровых технологий на основе интернета вещей, %	$U_{\text{ИоТ}} = \frac{U_{\text{актив}}}{U_{\text{Общ}}} \times 100\%$ где $U_{\text{актив}}$ – число активных пользователей в экосистеме интернета вещей, ед.; $U_{\text{Общ}}$ – общее число пользователей в экосистеме интернета вещей, ед.	→ max	Прямой
Примечание – Разработано автором.			

Учитывая тип модели предоставления цифровых технологий, субъектный состав экосистемы и предложенную систему показателей оценки, необходимо рассмотреть структурные взаимосвязи системы показателей (таблица В.1, приложение В).

Большую часть из предложенных показателей целесообразно применять при централизованной модели предоставления цифровых технологий, более того, предоставление информации для них возможно только при наличии жесткой иерархии управления.

### **3.3 Разработка экономико-математической модели формирования оптимальной стратегии внедрения технологии интернета вещей**

Внедрение новых технологий на основе интернета вещей сопровождается затратами, сумма которых зависит от особенностей рассматриваемых технологий, от существующей инфраструктуры и т.д. При выборе технологии следует учитывать различные затраты, обусловленные необходимостью закупки, монтажа и подключения нового оборудования, его постоянного обслуживания и оплаты доступа к интернет-ресурсам, а также затраты, связанные с установкой и обслуживанием устройств конечных потребителей.

Введем обозначения, используемые в модели. Пусть  $\Pi$  – прибыль организации,  $Q_i$  – объем внедряемых технологий  $i$ -го типа (количество объектов  $i$ -го типа),  $C_i^{start}$  – начальные затраты при внедрении технологий  $i$ -го типа,  $C_i^{fix}$  – постоянные затраты при внедрении технологий  $i$ -го типа,  $c_i$  – переменные затраты при внедрении технологий  $i$ -го типа,  $p_i$  – стоимость установки объекта интернета вещей при внедрении технологий  $i$ -го типа.

Тогда функция затрат будет иметь вид:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n (Q_i p_i - C_i^{start} - C_i^{fix} - c_i Q_i). \quad (3.1)$$

Начальные затраты и переменные затраты для различных технологий имеют индивидуальные зависимости от количества устанавливаемых объектов. Связано это с техническими характеристиками инновационных технологий.

Количество установленных объектов ограничено объемом рынка  $Q^{\max}$ , отражающим потенциальную возможность потребителей пользоваться внедряемыми технологиями:

$$\sum_{i=1}^n Q_i \leq Q^{\max}. \quad (3.2)$$

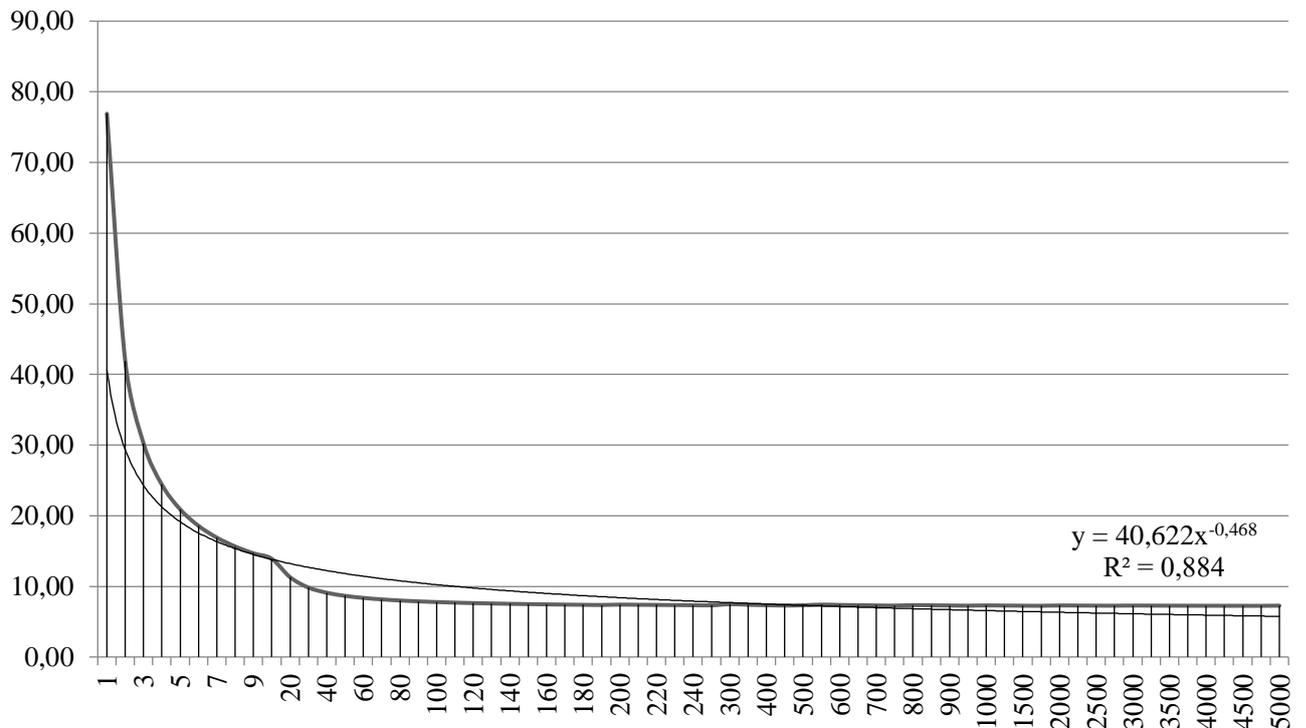
Рассмотрим подробнее данные, соответствующие стандарту NB-IoT и сетям LoRaWAN, применяемых при внедрении «умных» счетчиков на воду.

Согласно имеющимся предложениям на рынке цифровых технологий и требованиям к формированию инфраструктуры сети, были проанализированы совокупные затраты на создание информационной системы по предоставлению цифровых технологий, основанных на интернете вещей (таблица В.2, приложение В).

По результатам проведенного анализа можно отметить, что фактически единовременные затраты, связанные с созданием инфраструктуры, зависят также от числа пользователей, подключаемых к системе, поэтому их нельзя в полной мере отнести к постоянным затратам. Также затраты, связанные с обслуживанием сервера и доступом к системе управления и контроля (оболочка системы), отличаются по размеру подключаемых пакетов технологий, что обуславливает характер зависимости величины затрат от числа пользователей системы. Кроме того, величина условно-постоянных затрат крайне мала по сравнению с переменными затратами и в среднем составляет порядка 15%.

Как отмечалось ранее, в силу зависимости затрат от числа подключенных устройств, интерес представляют удельные затраты, приходящиеся на одного пользователя. Их динамика представлена на рисунке 3.4.

Относительно удельных затрат можно отметить, что наибольшие изменения их величины приходятся на незначительное число пользователей (от 1 до 10), далее их изменение происходит меньшими темпами и носит характер степенной зависимости. Можно сказать, что удельные затраты на 50 и на 5000 подключенных устройств отличаются друг от друга на 16% (8,66 тыс. руб. и 7,27 тыс. руб. соответственно), а между 80 и 5000 пользователей разница составляет всего 9%.



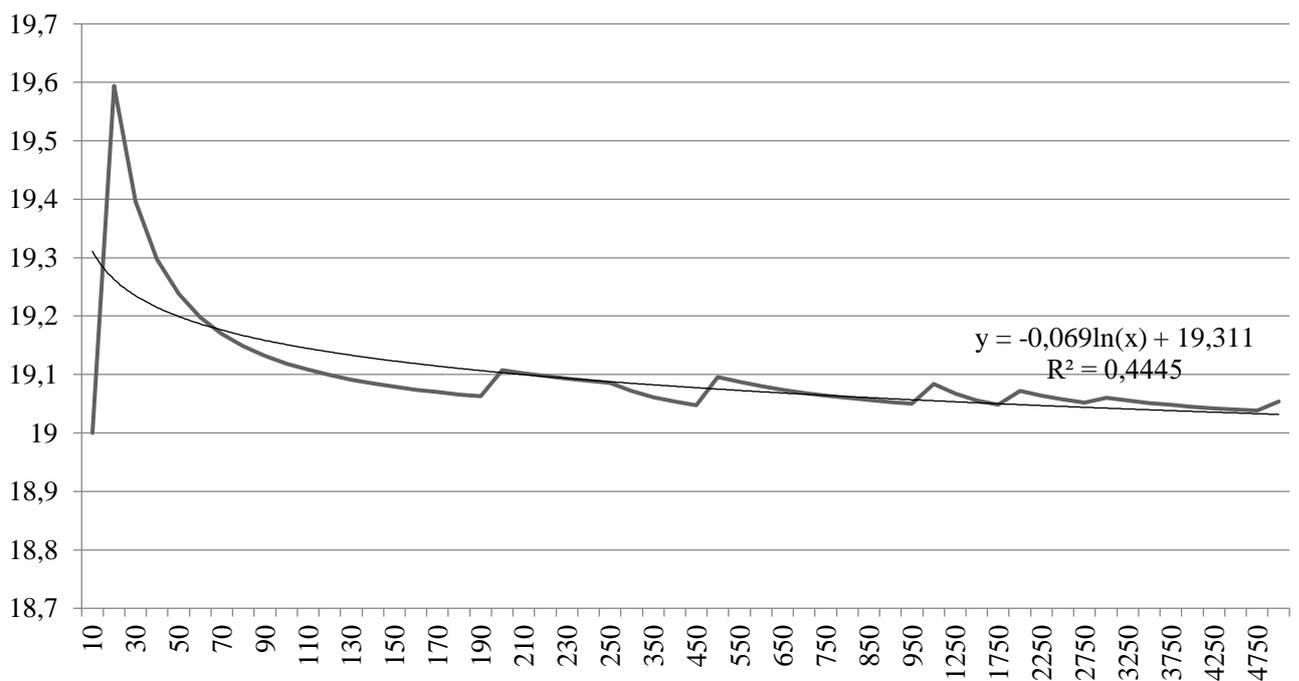
**Рисунок 3.4 – Динамика и модель удельных затрат на развитие цифровых технологий в инновационной среде, основанных на интернете вещей, при формировании их на базе сетей LoRaWAN**

Примечание – Разработано автором.

Таким образом, при увеличении числа подключенных устройств на 60% удельные затраты сокращаются на 7,6%, а при увеличении числа устройств на 10000% - на 16%. То есть темпы роста числа подключенных устройств и темпы снижения затрат значительно отличаются, что дает основание полагать, что при достижении определенного масштаба системы (в 80 пользователей) с экономической точки зрения разница для конечного потребителя минимальна.

Также необходимо отметить наличие определенных граничных точек в масштабах системы, при достижении которых удельные затраты возрастают. Так, в частности, для 500 подключенных устройств удельные затраты составят 7,32 тыс. руб., а для 550 – 7,41 тыс. руб. Это связано с необходимостью подключения дополнительных базовых станций, передающих информацию от конечных устройств на сервер, которые рассчитаны на 250 подключений, то есть можно отметить, что удельные затраты тем меньше, чем число подключенных устройств ближе к 250 или кратной этому величине.

Вторая модель формирования цифровых технологий, основанных на интернете вещей, строится на основе использования сетей сотовой связи. От первой модели ее отличает отсутствие необходимости в базовых станциях, поскольку данные приборов учета передаются на ретрансляторы операторов сотовой связи, таким образом, совокупные затраты пользователей не имеют условно-постоянной составляющей и вся совокупность зависит только от числа пользователей. При этом первоначальные затраты выше, поскольку прибор учета со встроенным SIM-чипом имеет более высокую цену.



**Рисунок 3.5 – Динамика и модель удельных затрат на развитие цифровых технологий, основанных на интернете вещей, при формировании их на базе стандарта NB-IoT**

Примечание – Разработано автором.

Удельные затраты в данном варианте построения системы меняются также нелинейно, однако разница в величине их изменений настолько мала (максимум 5%), что можно утверждать, что в данном случае задача нахождения минимума затрат для конечного пользователя решается не эконометрическими методами. В данном случае необходим поиск путей снижения производственно-сбытовых затрат в целях снижения себестоимости и, в итоге, цен, поскольку в структуре удельных затрат на развитие цифровых технологий, основанных на интернете

вещей, при формировании их на базе стандарта NB-IoT порядка 85% составляет стоимость приборов учета (рисунок 3.5).

Таким образом, на основании проведенного анализа и построения аналитической модели развития цифровых технологий в Самарской области, основанных на интернете вещей, можно сделать вывод, что при существующих двух вариантах развития данных услуг необходим дифференцированный подход.

Применительно к рассматриваемым технологиям внедрения счетчиков на воду, представленным стандартом NB-IoT и сетями LoRaWAN, спецификация модели в части функций затрат будет иметь следующий вид.

$$\begin{aligned} \Pi(Q_L, Q_I) = & Q_L p_L + Q_I p_I - \\ & - Q_L 40,622 Q_L^{-0,468} - Q_I (19,311 - 0,069 \ln(Q_I)), \end{aligned} \quad (3.3)$$

где  $Q_L$  – количество счетчиков, работающих на базе сетей LoRaWAN;  $Q_I$  – количество установленных счетчиков, отвечающих стандарту NB-IoT;  $p_L$  – стоимость установки счетчика, работающего на базе сетей LoRaWAN;  $p_I$  – стоимость установки счетчика, отвечающего стандарту NB-IoT. Цены  $p_L$  и  $p_I$  не являются постоянными величинами и зависят от объема рынка:  $p_L(Q_L)$ ,  $p_I(Q_I)$ .

Предположим, что обратные функции спроса имеют линейный вид:

$$\begin{aligned} p_L &= -a_L Q_L + b_L, \\ p_I &= -a_I Q_I + b_I. \end{aligned} \quad (3.4)$$

Здесь  $a_L, a_I, b_L, b_I$  – параметры функций,  $a_L > 0, a_I > 0, b_L > 0, b_I > 0$ .

Тогда функцию прибыли перепишем следующим образом:

$$\begin{aligned} \Pi(Q_L, Q_I) = & Q_L (-a_L Q_L + b_L) + Q_I (-a_I Q_I + b_I) - \\ & - Q_L 40,622 Q_L^{-0,468} - Q_I (19,311 - 0,069 \ln(Q_I)). \end{aligned} \quad (3.5)$$

Решение задачи максимизации функции прибыли  $\Pi(Q_L, Q_I)$  состоит из определения стационарных точек функции и проверки выполнения достаточного условия экстремума функции.

Найдем частные производные и приравняем их к нулю для определения стационарных точек:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \Pi}{\partial Q_L} &= -2a_L Q_L + b_L - 0,532 \cdot 40,622 Q_L^{-0,468} = \\ &= -2a_L Q_L + b_L - \frac{21,61}{Q_L^{0,468}} = 0,\end{aligned}\quad (3.6)$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial \Pi}{\partial Q_I} &= -2a_I Q_I + b_I - 19,311 + 0,069 \ln(Q_I) + 0,069 = \\ &= -2a_I Q_I + b_I - 19,242 + 0,069 \ln(Q_I) = 0.\end{aligned}\quad (3.7)$$

Определить стационарные точки аналитически в данном случае невозможно, на практике следует применять численные методы решения подобных уравнений.

Проверим выполнение достаточного условия максимума функции прибыли. Для этого найдем вторые производные:

$$\frac{\partial^2 \Pi}{\partial Q_L^2} = -2a_L + \frac{10,11}{Q_L^{1,468}},$$

$$\frac{\partial^2 \Pi}{\partial Q_I^2} = -2a_I + \frac{0,069}{Q_I},$$

$$\frac{\partial^2 \Pi}{\partial Q_L \partial Q_I} = 0.$$

Для того чтобы функция прибыли имела максимум, потребуем выполнение следующих условий:

$$\frac{\partial^2 \Pi}{\partial Q_L^2} = -2a_L + \frac{10,11}{Q_L^{1,468}} < 0,$$

$$\frac{\partial^2 \Pi}{\partial Q_I^2} = -2a_I + \frac{0,069}{Q_I} < 0.$$

Решение представленных неравенств дает следующий результат:

$$Q_L > \sqrt[1,468]{\frac{5,055}{a_L}}, \quad (3.8)$$

$$Q_I > \frac{0,0345}{a_I}. \quad (3.9)$$

С учетом ограничения на объем внедряемых технологий

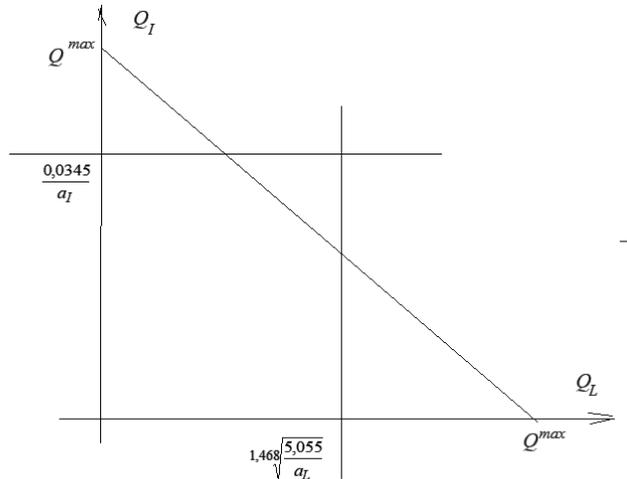
$$Q_L + Q_I < Q^{max}, \quad (3.10)$$

получим графическую интерпретацию решения задачи (3.3), (3.10) (рисунки 3.6–3.8).

Рассмотрим три случая, описывающих различные соотношения значений  $Q^{max}$  и ограничений (3.8), (3.9):

1) если  $1,468 \sqrt{\frac{5,055}{a_L}} + \frac{0,0345}{a_I} > Q^{max}$ , тогда задача (3.3), (3.10) не имеет решения

(рисунок 3.6);

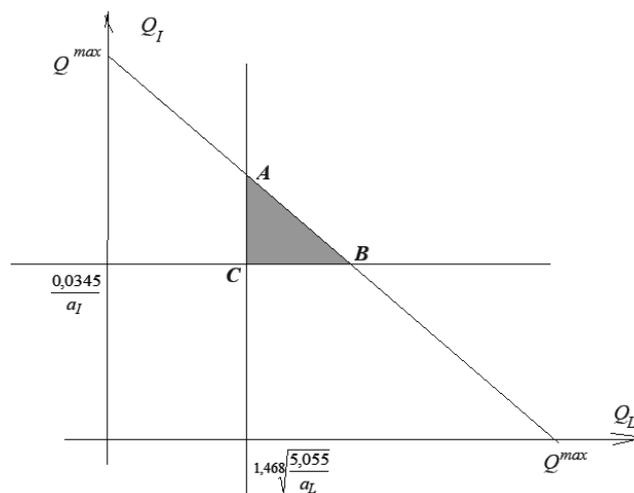


**Рисунок 3.6 – Графическая интерпретация решения задачи (3.3), (3.10)**

для ситуации  $1,468 \sqrt{\frac{5,055}{a_L}} + \frac{0,0345}{a_I} > Q^{max}$

2) если  $1,468 \sqrt{\frac{5,055}{a_L}} + \frac{0,0345}{a_I} < Q^{max}$ , тогда задача (3.3), (3.10) имеет решение,

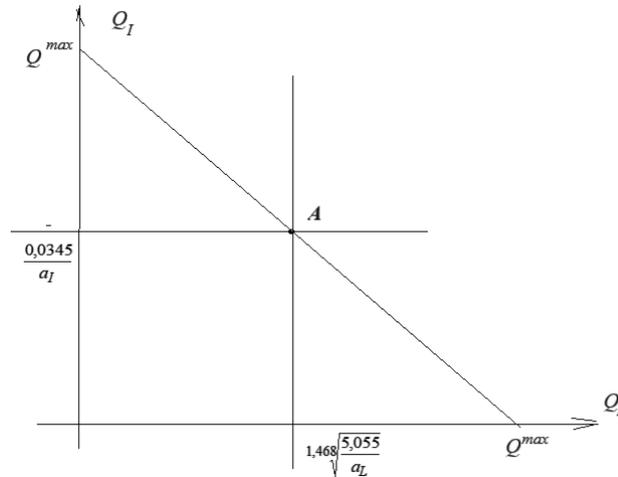
находящееся на отрезке  $AB$  (рисунок 3.7);



**Рисунок 3.7 – Графическая интерпретация решения задачи (3.3), (3.10)**

для ситуации  $1,468 \sqrt{\frac{5,055}{a_L}} + \frac{0,0345}{a_I} < Q^{max}$

3) если  ${}^{1,468}\sqrt{\frac{5,055}{a_L}} + \frac{0,0345}{a_I} = Q^{max}$ , тогда задача (3.3), (3.10) имеет единственное решение в т.  $A$  (рисунок 3.8).



**Рисунок 3.8 – Графическая интерпретация решения задачи (3.3), (3.10)**

для ситуации  ${}^{1,468}\sqrt{\frac{5,055}{a_L}} + \frac{0,0345}{a_I} = Q^{max}$

Решив задачу (3.3), (3.10) для известных обратных функций спроса на внедряемые технологии, получим числовое решение, позволяющее определить оптимальный объем устанавливаемых счетчиков по каждой из рассматриваемых стратегий. Таким образом, возможно варьировать разработанную модель в зависимости от изменяющихся условий рынка интернета вещей. В результате организация, внедряющая инновационные технологии на основе интернета вещей, определит оптимальное соотношение счетчиков двух типов, что позволит сформировать обоснованную стратегию развития в сфере ЖКХ.

Применим функцию (3.5), подставив в нее обратные функции спроса, полученные для стратегий NB-IoT и LoRaWAN путем опроса потребителей:

$$\begin{aligned} p_L &= -0,0139Q_L + 70,0139, \\ p_I &= -0,0146Q_I + 80,245. \end{aligned} \quad (3.11)$$

Скорректированная функция (3.5) будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \Pi(Q_L, Q_I) &= Q_L(-0,0139Q_L + 70,0139) + Q_I(-0,0146Q_I + 80,245) - \\ &- Q_L 40,622Q_L^{-0,468} - Q_I(19,311 - 0,069 \ln(Q_I)). \end{aligned} \quad (3.12)$$

Переменные  $Q_L$  и  $Q_I$  функции (3.12) удовлетворяют условиям (3.8), (3.9):

$$Q_L > 27,99,$$

$$Q_I > 2,4.$$

Варьируя ограничение на максимально допустимый объем внедряемых технологий  $Q^{max}$ , получим следующие результаты (таблица 3.5).

**Таблица 3.5 – Сравнение результатов внедрения интернета вещей по различным стратегиям**

Число устройств, ед. ( $Q^{max}$ )	Прибыль при стратегии NB-IoT, тыс. руб.	Прибыль при стратегии LoRaWAN, тыс. руб.	Совместная стратегия NB-IoT и LoRaWAN		
			Оптимальное число устройств NB-IoT, ед. ( $Q^*_I$ )	Оптимальное число устройств LoRaWAN, ед. ( $Q^*_L$ )	Прибыль, тыс. руб. $\Pi(Q^*_I, Q^*_L)$
1000	46 840	54 517	350	650	58 041
2000	64 546	82 116	840	1160	102 051
3000	53 088	82 073	1325	1675	131 929
4000	12 454	54 311	1812	2188	147 629

Примечание – Разработано автором.

Результаты расчетов показали, что совмещать технологии внедрения более целесообразно по сравнению с выбором единственной стратегии внедрения.

### **3.4 Методика оценки потребительских предпочтений при внедрении технологий на основе интернета вещей в сфере ЖКХ**

Результатом экономико-математической модели является определение объема внедряемых технологий в каждой для рассматриваемых стратегий NB-IoT и LoRaWAN. Распространение технологий интернета вещей позволяет предлагать потребителям выбор приборов учета.

Рассмотрим задачу выбора прибора учета на примере счетчика контроля холодной воды на предприятии. Как отмечалось выше, сравнение целесообразно

проводить для взаимозаменяемых моделей, работающих на основе одних технологий.

В качестве критериев оценки отметим следующие:

- 1) класс точности –  $p_1$ ;
- 2) класс радиоустройства (по классификации LoRaWAN) –  $p_2$ ;
- 3) номер спецификации стека LoRaWAN –  $p_3$ ;
- 4) периодичность отправки данных –  $p_4$ ;
- 5) мощность передачи –  $p_5$ ;
- 6) протокол передачи данных –  $p_6$ ;
- 7) дальность передачи данных –  $p_7$ ;
- 8) срок автономной работы –  $p_8$ ;
- 9) срок поверки –  $p_9$ .

Сравнение данных показателей по методу попарной оценки, а также расчет удельного веса и ранга критериев представлены в таблице 3.6. Отношение, выражающее доминирование, определяется на основе построения матрицы попарных сравнений показателей, элементы матрицы  $b_{ij}$  определяются следующим условием:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_i \text{ равнозначно } p_j \\ 2, & \text{если } p_i \text{ доминирует над } p_j \\ 0, & \text{если } p_i \text{ менее значим, чем } p_j \end{cases} \quad (3.13)$$

**Таблица 3.6 – Матрица сравнения параметров приборов контроля холодной воды на предприятии, работающих на основе технологии интернета вещей, по методу попарной оценки**

	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$	$p_9$	$S_i$	$d_i$	$R_i$
$p_1$	1	1	2	0	1	0	0	0	0	5	0,06	7
$p_2$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0,04	8
$p_3$	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,02	9
$p_4$	2	2	2	1	2	2	1	0	0	12	0,15	4
$p_5$	1	2	2	0	1	1	0	0	0	7	0,09	6
$p_6$	2	2	2	0	1	1	0	0	0	8	0,10	5
$p_7$	2	2	2	1	2	2	1	2	2	16	0,20	1
$p_8$	2	2	2	2	2	2	0	1	2	15	0,19	2
$p_9$	2	2	2	2	2	2	0	0	1	13	0,16	3
Итого										81	1	-
Примечание – Разработано автором.												

Сумма баллов критериев ( $S_i$ ) определяется по формуле:

$$S_i = \sum_{j=1}^n b_{ij}. \quad (3.14)$$

Тогда вес критериев равен:

$$d_i = \frac{S_i}{\sum S_i}. \quad (3.15)$$

Можно отметить, что представленная матрица является предварительным расчетом, необходимым для определения важности критериев оценки и для дальнейшего расчета интегрального показателя качества приборов контроля. Система оценки должна быть преобразована таким образом, чтобы в расчет брались сопоставимые величины оценки параметров. В частности, такими величинами являются баллы.

Таким образом, необходима разработка балльной шкалы оценок параметров приборов контроля и формирование оценки по формуле:

$$Q_{(a)} = \sum_{i=1}^n d_i * q_i(a), \quad (3.16)$$

где  $q_i(a)$  – балльная оценка  $i$ -го параметра прибора  $a$ .

В качестве шкалы оценки целесообразно применить шкалу Лейкерта, размерность которой может установить субъект, осуществляющий оценку. Наиболее распространенной является 5-балльная шкала. Шкала перевода качественных параметров приборов контроля потребления воды, работающих на основе технологии интернета вещей, в количественную представлена в таблице 3.7.

Следующим шагом в сравнительной оценке приборов учета является непосредственно балльная оценка их параметров и расчет интегрального показателя качества.

**Таблица 3.7 – Шкала балльной оценки параметров приборов контроля холодной воды, работающих на основе технологии интернета вещей**

Параметры прибора	Критерий оценки	Баллы
Класс точности	Класс А	1
	Класс В	3
	Класс С	5
Класс радиоустройства (по классификации LoRaWAN)	Класс А	1
	Класс В (beacon)	2
	Класс С (continuous)	3
Номер спецификации стека LoRaWAN	ABP (персональная активация)	1
	ОТАА (активация «по воздуху»)	2
Периодичность отправки данных	72 часа	1
	48 часов	2
	24 часа	4
	12 часов	5
Мощность передачи	более 25мВт	1
	до 25мВт	5
Протокол передачи данных	LPWAN	4
	Совместим с другими протоколами (Fenix UNB, NB-IoT, LTE-M и GSM)	5
Дальность передачи данных (в городской среде)	1 км	1
	5 км	3
	10 км	4
	15 км	5
Срок автономной работы (максимально возможный)	6 лет	3
	10 лет	4
	12 лет	5
Срок поверки	менее 6 лет	1
	6 лет	4
	более 6 лет	5
Примечание – Разработано автором.		

Сравнительная оценка приборов контроля:

- 1) АКВА 2 счетчик со встроенным радиомодулем (а);
- 2) счетчик для холодной и горячей воды СВК-15 РМ крыльчатый с радиовыходом LoRaWAN (b);
- 3) «умный» счетчик воды СВК 15-3-2 с радиомодулем «СТРИЖ» ДУ15 110 мм (с) –  
представлена в таблице 3.8.

При оценке приборов в случае отсутствия данных о характеристиках значение оценки параметра принималось равной минимально возможному баллу – 1.

**Таблица 3.8 – Сравнительная оценка параметров приборов контроля холодной воды, работающих на основе технологии интернета вещей**

Параметры прибора	Вес параметра	Оценка параметра прибора, баллы			Произведение веса параметра на оценку, баллы		
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Класс точности	0,06	5	2	1	0,31	0,12	0,06
Класс радиоустройства (по классификации LoRaWAN)	0,04	1	1	1	0,04	0,04	0,04
Номер спецификации стека LoRaWAN	0,02	1	1	1	0,02	0,02	0,02
Периодичность отправки данных	0,15	5	1	4	0,74	0,15	0,59
Мощность передачи	0,09	5	1	5	0,43	0,09	0,43
Протокол передачи данных	0,10	5	0	4	0,49	0,00	0,40
Дальность передачи данных	0,20	4	1	4	0,79	0,20	0,79
Срок автономной работы	0,19	4	5	4	0,74	0,93	0,74
Срок поверки	0,16	4	4	1	0,64	0,64	0,16
Интегральный показатель					4,21	2,19	3,23
Примечание – Разработано автором.							

По итогам оценки можно сделать вывод: так как  $Q_{(a)} > Q_{(c)} > Q_{(b)}$ , то целесообразно выбрать прибор *a* (АКВА 2 счетчик со встроенным радиомодулем).

### **3.5 Направления развития инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей**

Чтобы развивать инновационную среду в экономике России, нужно активно применять новые цифровые сервисы, интернет-технологии, искусственный интеллект и интернет вещей во всех сферах жизни общества. Цифровизация, которая в итоге приведёт к переходу на искусственный интеллект, особенно важна для промышленности, энергетики, транспорта и логистики, здравоохранения и сферы услуг. Однако переходу к ИИ как технологии, способной в определенном

смысле действовать самостоятельно, предшествуют два последовательных этапа цифровизации.

Первый связан с информационными и компьютерными системами, которые своим появлением спровоцировали ощутимый рост производительности труда. Второй этап — это создание, внедрение и развитие киберфизических систем. Они подключаются к разным информационным сетям, что позволяет оборудованию работать автономно и управлять им с помощью специального программного обеспечения.

В рамках диссертационного исследования автором предлагаются перспективные направления внедрения киберфизических технологий интернета вещей. Сегодня инновации активно применяются, и это технически возможно и актуально. Они обладают большим потенциалом с точки зрения эффективности и широты использования.

«IoT (интернет вещей) — это информационная сеть, объединяющая людей, предприятия, технологии, объекты и окружающую среду через специальное оборудование и программное обеспечение. Она отражает глобальную инфраструктуру.

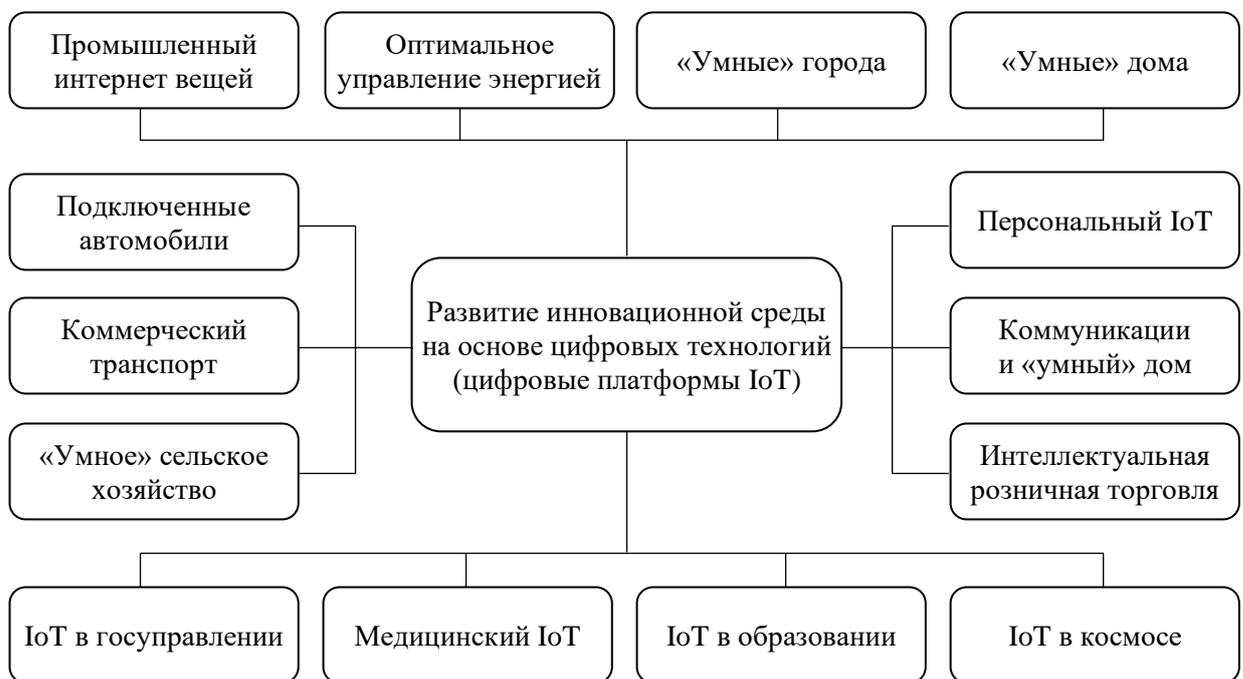
Раньше информационные технологии использовались только для обеспечения производственных процессов. Но с появлением IoT стало возможным влиять на физические объекты, получать доступ к информации онлайн, дистанционно управлять ими и автоматизировать процессы принятия решений.

Для использования технологий IoT необходимо создать специальную инфраструктуру. На текущем этапе цифровизации финансирование требуется в первую очередь для оснащения производственных систем и пользователей подключёнными устройствами, датчиками, программным обеспечением и другим оборудованием» [121].

Количество устройств интернета вещей, подключенных в 2021 году, составило 12,3 млрд ед., к 2025 году ожидается его рост более чем на 400%, до 55,7 млрд ед. [23].

Объем российского рынка IoT в 2022 году достиг 93,5 млрд руб. В стране насчитывалось 56,6 млн подключенных устройств, что на 16% больше аналогичного показателя 2021 года. По прогнозу компании «J'son & Partners Consulting», «к 2025 году число подключенных к интернету вещей устройств может повыситься более чем в 3 раза и достигнет 62 млн ед.» [90].

В настоящее время интернет вещей проник в различные сферы деятельности и продолжает успешно развиваться. Когда предприятия работают в условиях цифровой экономики и используют технологии интернета вещей, они могут стать более конкурентоспособными, повысить свою эффективность, оптимизировать рабочие процессы, сократить расходы и найти новые источники дохода (рисунок 3.9).



**Рисунок 3.9 – Развитие структуры IoT по сферам деятельности**

Примечание – Разработано автором на основе: [117].

Технологии управления на основе IoT оборудованием и инженерными системами отечественного промышленного сектора как наиболее значимое направление для его успешного развития на текущий момент времени являются мало развитыми. Для промышленных предприятий использование технологий ПоТ, допускающих исключить персонал из ряда выполняемых бизнес-процессов,

означает появление новых инновационных возможностей, возможностей изменения структуры производственных издержек, изменение мотивации персонала, позволяя обеспечить непрерывность производственных процессов [38].

В исследовании автором рассматриваются перспективные направления развития инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей, отражающие его преимущества для компаний и общества в целом.

1. Отрасль электроэнергетики. Если полностью внедрить интернет вещей в эту сферу, то элементы системы (сети, генераторы, потребители) будут оптимально связаны друг с другом. Это позволит упростить процесс принятия решений и выбрать наиболее эффективные стратегии для развития производства, продажи и передачи электроэнергии.

«В России система электроснабжения состоит из 2,5 миллиона километров линий электропередачи и 0,5 миллиона подстанций. Поэтому использование решений на базе интернета вещей поможет оптимизировать работу этой системы. Уже есть успешный опыт внедрения таких технологий в электроэнергетике, например, в компании ПАО «Россети» в Татарстане» [15].

Внедрение IoT-технологий имеет положительные эффекты для всех хозяйствующих субъектов:

- производители электроэнергии получают возможности 1) управления электрической сетью в зависимости от сложившейся ситуации, а также потребностей в ее ремонте или настройке, 2) повышения экологичности технологических процессов; 3) контроля за спросом, 4) автоматического отключения от электроснабжения неплательщиков;

- «крупные потребители электроэнергии получают экономический эффект от 1) непрерывного контроля бизнес-процессов в режиме реального времени и мониторинга энергоемкости основной деятельности, 2) применения энергоэффективного оборудования, интегрированного в информационную сеть на базе IoT, 3) снижения энергопотребления и повышения экологичности производства» [15];

- «домохозяйства, как потребители электроэнергии, приобретают возможность полного мониторинга трат и расходов, что в большинстве случаев вызывает эффекты изменения структуры и объемов потребления» [47].

Использование IoT в сфере электроэнергетики позволит получить экономический эффект от внедрения более 523 млрд руб. до конца 2025 года [124], что дает возможность внедрить новые целевые нормативы в рамках стратегии повышения эффективности функционирования сферы электроэнергетики.

2. Отрасль здравоохранения. В данной отрасли сфера применения интернета вещей практически не ограничена. «Внедрение IoT-технологий сможет обеспечить существенное повышение эффективности медицинского обслуживания путем развития и усовершенствования управления и администрирования, диагностики, а также методов лечения и ухода за пациентами.

Активное внедрение ИТ и инновационных разработок дает основания утверждать, что рынок медицинских услуг трансформировался в рыночную модель «врач – технология – пациент» [48].

«На текущий момент наиболее востребованными являются дистанционный мониторинг и диагностика пациентов, консультационные услуги на основе платформ телемедицины, предоставление ускоренного доступа к срочным и плановым медицинским услугам. Широко применяются сверхчувствительные наночипы и наносенсоры, вживляемые в организм человека при необходимости постоянного отслеживания определенных параметров в режиме реального времени. Возможен контроль за приемом лекарственных средств» [124].

В ближайшей перспективе IoT-технологии планируется использовать для оптимизации хранения информации на облачных серверах в целях ее анализа в требуемые сроки, а также для управления сгенерированными встроенными датчиками и сенсорами большими данными. Кроме того, реализуются проекты: личный кабинет пациента; запись на прием через мобильное приложение; переход на цифровые медицинские карты; производится цифровизация документооборота медицинских учреждений.

Однако на начало 2022 года только 4% российских медицинских учреждений перешли на цифровые медицинские карты, что обусловлено нехваткой средств информатизации и отсутствием соответствующей инфраструктуры, недостаточной степенью технической подготовки персонала и в целом сопротивлением сотрудников медицинских учреждений и пользователей инновационным изменениям [89].

Стоит отметить также, что при применении IoT в здравоохранении принципиально важным является направление обеспечения конфиденциальности медицинских показателей пациентов [106].

В целом, целесообразность внедрения IoT-решений в отрасль здравоохранения не вызывает сомнений: по предварительным расчетам, к 2025 году эффект может составить порядка 536 млрд руб.

3. Интернет вещей в сфере транспорта и логистики. «Протяженность дорог на территории Российской Федерации составляет 1,6 млн км, количество транспорта для грузоперевозок (автомобильного, железнодорожного и пр.) – более 7 млн ед., что обуславливает крайнюю необходимость удаленного мониторинга для оптимизации маршрутов движения и управления перевозкой грузов» [90].

IoT-решения, обладающие возможностями и потенциалом эффективного применения в сфере транспорта и логистики, на сегодняшний день не только активно используются в данном направлении, но и приносят ощутимую экономию издержек. В практике движения задействуются всевозможные навигаторы, обновляемые в реальном режиме времени табло с информацией о движении общественного транспорта и пр.

В сущности, любой смартфон можно считать подключенным устройством, осуществляющим мониторинг загруженности дорог. Отсюда, перспективы цифровизации инновационной среды на транспорте связывают с развитием сотовой связи, в логистике – с системами непрерывного мониторинга (в конечном итоге позволяющими оптимизировать затраты на топливо и ГСМ, а также временные).

Помимо минимизации затрат производителей, повышается качество транспортных услуг, увеличивается степень удовлетворенности потребителей [119]. Системы трекинга для перемещения объектов по складским местам на основе IoT-технологий совершенствуют логистику в складском хранении. В целом использование киберфизических систем контроля и управления в логистике значительно снижает затраты на оплату труда персонала и технологическое обслуживание оборудования.

4. Обеспечение национальной безопасности. Активное развитие IoT подразумевает создание и оптимизацию его технической базы и соответствующей инфраструктуры. Здесь важно обеспечить не только техническую возможность накопления, хранения и анализа больших данных, но и их безопасное использование.

«Получение компаниями очевидных преимуществ (экономия на операционных издержках, увеличение скорости взаимодействия с потребителями, выявление их предпочтений и др.) несет в себе риски сбоев в работе, утечки или потери данных в случае их недостаточной защищенности, которые возникают при подключении с различных устройств к реальным элементам производственной инфраструктуры или непосредственно к пользователям (медицинское оборудование)» [100]. Кроме того, IoT-устройства уязвимы при краткосрочном отключении электроэнергии [110]. С увеличением числа подключаемых к сети устройств повышается вероятность несанкционированного доступа к ним [97].

Особого внимания требует реализация технологий защиты и безопасности, а также формирование технологической защищенности объектов критической инфраструктуры. Отсюда, перспективы развития связаны с созданием национального киберполигона (обучение по направлениям: обеспечение кибербезопасности государства, ликвидация хакерских атак и реализация инновационных проектов). Перспективной видится также разработка криптопроцессоров, используемых в системах управления промышленным оборудованием, способных специальным образом осуществлять шифрование данных, тем самым ограничивая несанкционированный доступ к ним.

5. Перспективы нормативно-правового регулирования IoT. В соответствии с «Перспективным планом стандартизации в области передовых производственных технологий на 2018–2025 годы» [6] в России, по мере развития и внедрения новых технологий, разрабатываются национальные стандарты для использования киберфизических систем в умном производстве, интернета вещей (IoT), промышленного интернета вещей (IIoT) и сенсорных сетей. В будущем планируется привести эти национальные стандарты в соответствие с международными стандартами и нормами в аналогичных областях, которые были разработаны международными организациями.

В конце 2022 года был одобрен первый международный стандарт для промышленного Интернета вещей (IIoT), инициированный Ростелекомом, в котором стандартизованы требования для совместимости различных устройств и систем в сфере IIoT. Несмотря на сложные геополитические условия, международное сотрудничество Российской Федерации остается сложным по многим вопросам. Однако некоторые ведущие страны в области Интернета вещей сотрудничают с российскими компаниями и обмениваются опытом. В рамках торгово-экономических отношений между Россией и Китаем, а также Россией и Индией, имеются соглашения об обмене опытом в развитии технологий Интернета вещей, робототехники и искусственного интеллекта.

В эпоху цифровизации развитие мировой экономики и инноваций происходит благодаря внедрению передовых технологий во все сферы деятельности. Особенно важны здесь цифровые технологии интернета вещей.

Автором изучены и систематизированы особенности и перспективы применения интернета вещей в разных отраслях. В таблице 3.9 показаны основные преимущества и ожидаемые результаты от использования этих технологий, а также возможные проблемы. Учитывая, что необходимость развития интернета вещей осознают на всех уровнях, перспективы его развития в России выглядят многообещающе.

**Таблица 3.9 – Перспективы применения цифровых технологий интернета вещей в Российской Федерации**

Сфера использования	Преимущества и ожидаемый эффект от применения	Возможные вызовы
Электроэнергетика	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Координация функционирования компаний – генераторов электроэнергии, сетей и потребителей.</li> <li>2. Перераспределение сетевой нагрузки.</li> <li>3. Экономия издержек компаний по обслуживанию, эксплуатации и ремонту систем.</li> <li>4. Оптимизация затрат потребителей электроэнергии.</li> <li>5. Повышение контроля утечек и своевременности оплаты услуг.</li> <li>6. Строительство новых сетей</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Масштабные подключения новых систем на значительной территории.</li> <li>2. Затраты на разработку, приобретение и ввод в эксплуатацию технологичных устройств и счетчиков.</li> <li>3. Адаптация к новым системам учета показателей энергоснабжения и управления данными.</li> <li>4. Вопросы кибербезопасности.</li> <li>5. В экологической безопасности путем повышения экономической эффективности</li> </ol>
Здравоохранение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышение эффективности медицинского обслуживания.</li> <li>2. Ускоренный доступ к медицинским услугам (дистанционное обслуживание).</li> <li>3. Мониторинг пациентов в режиме реального времени.</li> <li>4. Оптимизация администрирования медицинских учреждений.</li> <li>5. Цифровизация медицинского документооборота.</li> <li>6. Переход на цифровые медицинские карты</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Значительные затраты на финансирование и развитие инфраструктуры.</li> <li>2. Затраты на обеспечение бесперебойной работы автоматизированных систем.</li> <li>3. Техническая переподготовка сотрудников медицинских учреждений.</li> <li>4. Адаптация медицинского персонала и пользователей к новым системам.</li> <li>5. Вопросы безопасности персональных данных</li> </ol>
Транспорт и логистика	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Минимизация издержек за счет оптимизации транспортных маршрутов.</li> <li>2. Координация транспортных и логистических цепочек.</li> <li>3. Повышение прозрачности и надежности системы доставки грузов.</li> <li>4. Оптимизация складского хранения и управления перемещением грузов по складам.</li> <li>5. Использование мобильных приложений</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вопросы безопасности персональных данных.</li> <li>2. Обеспечение устройствами и подключение к системе пассажирского и грузового транспорта.</li> <li>3. Затраты на оснащение складов датчиками и оборудованием.</li> <li>4. Использование беспилотного транспорта.</li> <li>5. Развитие новых видов транспорта</li> </ol>
Примечание – Разработано автором.		

Топ-10 перспективных направлений развития и использования наиболее востребованных технологий IoT сформирован ИСИЭЗ НИУ ВШЭ в 2023 году с помощью анализа Big Data системы «iFORA» (таблица 3.10).

**Таблица 3.10 – Топ-10 перспективных направлений развития и использования технологий интернета вещей, представляющих наибольшую востребованность**

Технологии IoT	Индекс значимости	Сроки массового внедрения
Интернет медицинских вещей (IoTM)	1,0	3–5 лет
Туманные вычисления и облачный интернет вещей	0,97	1–2 года
Мобильный интернет вещей	0,83	1–2 года
Искусственный интеллект вещей (AIoT)	0,7	3–5 лет
Интернет вещей для «умного» города и «умного» дома	0,58	1–2 года
Интернет робототехнических вещей (IoRT)	0,23	3–5 лет
Спутниковый интернет вещей	0,21	4–6 лет
Носимый интернет вещей	0,16	3–5 лет
Интеграция интернета вещей и периферийных устройств	0,12	1–2 года
Интернет вещей на транспорте	0,09	1–2 года
Примечание – Разработано автором на основе: [56].		

Самыми перспективными считаются технологические прорывы в наиболее быстро развивающихся направлениях, таких как:

- интернет медицинских вещей. За последние несколько лет мировой рынок IoMT-решений вырос приблизительно в 4 раза, до 158 млрд долл. Широко востребованы не только диагностические устройства и системы учета запасов медикаментов, но также носимый интернет вещей для мониторинга параметров здоровья (посредством установки датчиков на одежде или теле человека), включая всевозможные «умные» устройства – фитнес-трекеры, смарт-часы, «умные» браслеты;

- интернет робототехнических вещей. IoRT-решения позволяют производить регистрацию посетителей, уборку помещений и прочие операции;

- технологии искусственного интеллекта вещей. Совершенствование программных решений на основе AIoT-технологий позволяет обеспечить более эффективное взаимодействие пользователей с устройствами IoT;

- спутниковый интернет вещей. Призван контролировать работу единой сети спутниковых каналов связи и взаимодействие аппаратов на орбите.

Выводы по главе 3:

1) разработан алгоритм выбора стратегии внедрения цифровых технологий интернета вещей, совмещающий различные методики и экономико-математическую модель оптимизации;

2) предложена система оценки внедряемых инновационных технологий по ряду показателей, среди которых социально-экономические, инфраструктурные, качества и производительности внедряемых технологий;

3) разработана и апробирована экономико-математическая модель формирования оптимальной стратегии внедрения технологий на основе интернета вещей, позволяющая определить количество устанавливаемых объектов с учетом рыночных условий;

4) предложена система сравнительной оценки объектов интернета вещей, внедряемых организацией ЖКХ;

5) предложены направления развития инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей, направления развития структуры IoT по сферам деятельности, перспективы применения цифровых технологий интернета вещей (IoT) в РФ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационном исследовании на тему «Трансформационные процессы инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей» рассмотрены экономические и управленческие вопросы трансформации инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей.

В условиях цифровой экономики происходит трансформация природы предоставляемых технологий при сохранении их базовых свойств, таких как целостность, безопасность, комплексность предоставления и т.д., цифровые технологии приобретают новые характеристики, не присущие традиционным формам, в большей степени выражающиеся в повышении качества. Данный факт позволил сформулировать основные элементы концепции цифровых технологий в экономике. В частности, подчеркиваются такие новые свойства технологий, как виртуальность (в том числе производителя технологии), масштабируемость, отложенный характер предоставления технологии, онлайн характер предоставления технологий, необходимость запроса со стороны потребителя, зависимость от используемой компьютерной техники и т.д.

Аналогично происходит значительное повышение требований к безопасности цифровых технологий, оказываемых в электронной форме. В результате анализа теоретических положений по теме исследования была предложена модернизированная группировка цифровых технологий в экономике, дополненная такими видами услуг, как: по критерию «место предоставления» – электронная среда; по критерию «участие исполнителя услуг» – удаленное обслуживание.

В целом, в условиях цифровой экономики значительно увеличиваются объемы трафика и транзакций, что вызывает необходимость выработки новых подходов к управлению бизнес-процессами и принятию управленческих решений. В данной связи в условиях постоянно меняющихся потребностей потребителей

цифровых технологий, их качественных характеристик и методов их предоставления необходим соответствующий технологический базис, на основе которого будут предоставляться цифровые технологии.

Так, необходимо отметить, что виртуальный и интерактивный характер цифровых технологий обеспечивается в специфической инновационной среде взаимодействия субъектов, формируемой информационно-коммуникационными сетями, в частности сетью Интернет. Однако ускоренные темпы развития коммуникаций между субъектами в условиях цифровой экономики требуют актуализации технологической основы цифровых технологий, вследствие чего имеет место пул современных технологий (смарт-технологий), одной из наиболее распространенных среди них является интернет вещей.

Данная технология позволяет минимизировать участие человека в процессе передачи данных и управления бизнес-процессами как в производственной сфере, так и сфере потребления. При этом формируется экосистема, состоящая из устройств передачи данных, конечных устройств, сетей связи, IoT-платформ и интерфейса управления, в центре которой находится человек как субъект, на который направлено воздействие элементов данной экосистемы для удовлетворения его потребностей.

Признавая тот факт, что цифровые технологии в экосистеме интернета вещей носят комплексный характер, считаем очевидным, что организационные аспекты взаимодействия субъектов экосистемы требуют соответствующей сервисной поддержки, которая обеспечивает совокупность принципов функционирования экосистемы интернета вещей.

Формирование и развитие комплекса цифровых технологий, основанных на интернете вещей, в условиях цифровой экономики осуществляется под воздействием и в рамках условий институционального и инфраструктурного характера. В первую очередь, необходимо отметить состояние правовой среды развития цифровой экономики. Имеющиеся барьеры и ограничения, регулируемые государством, в частности использование технологии блокчейн и основанных на ней инструментов, значительным образом тормозят развитие цифровых сервисов.

Среди прочих факторов, влияющих на развитие комплекса цифровых технологий, можно отметить недостаток квалифицированных кадров, формирование центров компетенций как нового механизма создания новых знаний, а также обеспечение информационной безопасности как одного из ключевых факторов распространения цифровых технологий.

Трансформация инновационной среды под воздействием развития современных информационных технологий выражается в необходимости формирования качественно новых цифровых технологий. При этом одним из основных направлений развития комплекса технологий выступает их цифровизация, то есть предоставление цифровых технологий с помощью систем информатизации.

Исследование имеет типовую структуру и состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений.

В первой главе «Теоретические основы формирования и развития инновационной среды в цифровой экономике» раскрыты сущность, содержание и концептуальные подходы к формированию и развитию инновационной среды, определены концептуальная роль и место цифровых технологий на основе интернета вещей в инновационной среде, исследованы трансформационные процессы в инновационной среде под воздействием цифровизации. Результатами первой главы исследования выступают:

- раскрытие сущности, содержания, элементов и концептуальных подходов к формированию и развитию инновационной среды;

- дополнение понятия инновационной среды: инновационная среда представляет собой комплексное понятие, поле взаимодействия субъектов хозяйствования с ресурсами и компетенциями инновационной деятельности, возможность получения доступа к современным научным технологиям и использования их в качестве ресурсов для развития инновационной деятельности;

- исследование концептуальных подходов к формированию и развитию инновационной среды в рамках GREMI-подхода;

- выявление основных принципов и условий формирования инновационной среды, разработка концепции построения инновационной среды экономических систем;

- исследование свойств, критериев и форм создания и предоставления цифровых технологий, определение их концептуальной роли и места в инновационной среде на основе интернета вещей, изучение классической архитектуры интернета вещей;

- представление трансформационных процессов в инновационной среде под воздействием комплекса цифровых технологий, дополнение определения цифровой трансформации инновационной среды, выявление предпосылок и результатов цифровой трансформации инновационной среды.

Во второй главе «Анализ инновационных процессов и цифровых технологий в инновационной среде» проведен анализ состояния и развития цифровых технологий в инновационной среде, раскрыты параметры цифровых технологий как сферы применения технологий интернета вещей, предложено формирование экосистемы цифровых технологий в инновационной среде на основе промышленного интернета вещей. Основные результаты второй главы:

- проведен анализ состояния и развития цифровых технологий в инновационной среде, исследован рейтинг интенсивности внедрения цифровых технологий и цифровой трансформации в инновационной среде;

- определена структура внутренних затрат организаций на формирование, распространение и применение цифровых технологий, а также связанных с ними цифровых продуктов по видам деятельности;

- выявлены тренды и эффекты от использования топ-15 цифровых технологий в промышленном секторе;

- исследованы цифровые технологии в сфере применения промышленного интернета вещей;

- предложены принципы функционирования и организационная схема построения промышленного интернета вещей;

- разработана модель взаимодействия субъектов промышленного интернета вещей и методика оценки его параметров;

- разработана экосистема цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе промышленного интернета вещей;

- предложена бизнес-модель на основе технологий промышленного интернета вещей в цифровом регионе;

- предложены компоненты и сформирована экосистема цифровых технологий в инновационной среде кластера на основе промышленного интернета вещей.

Несомненным является факт, что развитие цифровых технологий на основе современных систем информатизации не предполагает изменение самой природы данных, поскольку они носят материальный характер и перенос их полностью в виртуальное пространство невозможен. Поэтому их трансформация предполагает повышение качества процесса предоставления данных технологий и на этой основе – удовлетворенности потребностей конечных потребителей. Качественные изменения в сфере цифровых технологий осуществляются на основе интернета вещей, за счет того, что эта технология позволяет оказывать услуги на качественно новом уровне наиболее оптимальным образом.

В данной связи в рамках исследования была предложена методика принятия решений о развитии цифровых технологий на основе IoT, включающая алгоритм принятия управленческого решения о развитии указанных технологий, основанный на проведении ГАП-анализа, в целях определения уровня удовлетворенности конечных потребителей качеством предоставляемых технологий и выявления потребности в повышении их качества. С этой целью автором были определены параметры оценки качества цифровых технологий, предложена математическая модель, позволяющая определить вероятность принятия потребителями решения о замене приборов учета как основного элемента экосистемы интернета вещей в сфере цифровых технологий. Оценка статистических параметров модели позволила сделать вывод о ее качестве и статистической значимости. Полученные расчеты на основе данной модели обусловили вывод о наличии потребности

промышленных предприятий в замене подключенных устройств интернета вещей на более эффективные, то есть целесообразно принять соответствующее управленческое решение о развитии технологий, предоставляемых организациями-производителями, на основе интернета вещей.

В третьей главе «Модель управления развитием цифровых технологий на основе интернета вещей в сфере ЖКХ» разработана экономико-математическая модель формирования оптимальной стратегии внедрения технологий на основе интернета вещей, предложена методика оценки эффективности комплекса цифровых технологий в инновационной среде, представлены направления развития инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей. Основные результаты третьей главы:

- разработан алгоритм выбора стратегии внедрения цифровых технологий интернета вещей, совмещающий различные методики и экономико-математическую модель оптимизации;

- предложена система оценки внедряемых инновационных технологий по ряду показателей, среди которых социально-экономические, инфраструктурные, качества и производительности внедряемых технологий;

- разработана и апробирована экономико-математическая модель формирования оптимальной стратегии внедрения технологий на основе интернета вещей, позволяющая определить количество устанавливаемых объектов с учетом рыночных условий;

- предложена система сравнительной оценки объектов интернета вещей, внедряемых организацией ЖКХ;

- предложены направления развития инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей, направления развития структуры IoT по сферам деятельности, перспективы применения цифровых технологий интернета вещей (IoT) в РФ.

Согласно проведенному анализу, в России имеется достаточный уровень развития различных элементов экосистемы интернета вещей для формирования комплекса цифровых технологий на их основе. В целом можно отметить, что на

рынке сложились определенные пулы участников экосистемы, так, компании-интеграторы, предлагающие программное обеспечение и IoT-платформы, сотрудничают с определенными производителями конечных устройств и шлюзов, хотя большинство из них аналогичны друг другу и легко заменяемы. Тем не менее, несмотря на значительное число компаний на данном рынке, он только начинает развиваться и обладает высоким потенциалом. Необходимо отметить наличие инфраструктурных, бюджетных и законодательных ограничений, препятствующих развитию рынка интернета вещей.

Одним из ключевых аспектов формирования цифровых технологий является необходимость оценки их эффективности. Переход на качественно новые технологии требует модернизации и системы показателей оценки их эффективности, поскольку в ином случае будет иметь место снижение эффективности управления как процессом формирования технологий, так и дальнейшим процессом их предоставления.

В исследовании была предложена система показателей оценки эффективности комплекса цифровых технологий на основе интернета вещей в разбивке по группам и субъектам экосистемы. Так, были предложены следующие группы показателей:

- социально-экономической эффективности;
- инфраструктурные;
- качества цифровых технологий;
- производительности экосистемы цифровых технологий.

Для централизованной модели внедрения цифровых технологий подобные показатели позволят осуществлять контроль и управление процессом. Для децентрализованной модели наличие системы КРІ позволит компаниям, которые предоставляют технологии по внедрению интернета вещей в производственные процессы, самостоятельно выбрать перечень оцениваемых показателей.

Результаты расчетов показали целесообразность комбинирования стратегий внедрения цифровых технологий по сравнению с применением одного отдельного вида стратегии.

Исходя из того факта, что потребность в развитии технологий интернета вещей находит понимание на всех уровнях, перспективы IoT в России, в целом, оцениваются как благоприятные.

В работе представлен топ-10 перспективных направлений развития и использования наиболее востребованных технологий интернета вещей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Нормативные правовые акты

1. Налоговый кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 № 146-ФЗ. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [правовой сервер]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19671/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671/) (дата обращения: 11.09.2023).

2. О внесении изменений в части первую и вторую Налогового кодекса Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 27.11.2017 № 335-ФЗ (последняя редакция). – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [правовой сервер]. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_283495/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_283495/) (дата обращения: 15.03.2024).

3. О персональных данных : Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ (последняя редакция). – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [правовой сервер]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61801/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/) (дата обращения: 28.07.2023).

4. Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации : проект федерального закона. – Текст : электронный // Федеральный портал проектов нормативных правовых актов. – URL: <http://regulation.gov.ru/projects#nra=90706> (дата обращения: 20.09.2019).

5. О Концепции инновационной политики Российской Федерации на 1998–2000 годы : Постановление Правительства РФ от 24.07.1998 № 832. – Текст : электронный // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://base.garant.ru/179112/> (дата обращения: 15.03.2024).

6. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по

направлению «Технет» (передовые производственные технологии) : Распоряжение Правительства РФ от 23.03.2018 № 482-р (редакция от 28.05.2020). – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [правовой сервер]. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_294648/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_294648/) (дата обращения: 17.03.2024).

7. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации : Указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [правовой сервер]. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_470973/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_470973/) (дата обращения: 15.03.2024).

8. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы : Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [правовой сервер]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_216363/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216363/) (дата обращения: 21.12.2023).

9. Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации : Указ Президента РФ от 05.12.2016 № 646. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [правовой сервер]. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_208191/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_208191/) (дата обращения: 21.12.2023).

10. Паспорт национального проекта «Национальная программа "Цифровая экономика Российской Федерации"» : утвержден протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 04.06.2019 № 7. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [правовой сервер]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_328854/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328854/) (дата обращения: 21.12.2023).

11. ГОСТ Р 113.00.04-2020. Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200171645> (дата обращения: 15.03.2024).

## Научная, учебная и информационно-справочная литература

12. Агафонова, А.Н. К вопросу о сущности электронных услуг / А.Н. Агафонова. – Текст : непосредственный // Глобальный научный потенциал. – 2014. – № 9 (42). – С. 55–58.

13. Алалван, А.Р.Д. Российский рынок интернета вещей / А.Р.Д. Алалван, Ю.А. Беляева, А.А. Смирнова. – Текст : непосредственный // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2017. – № 11. – С. 6–9.

14. Алексеев, А.Н. Инновационный менеджмент : учебно-методические материалы / А.Н. Алексеев ; Московский институт экономики, менеджмента и права. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : МИЭМП, 2008. – 48 с. – Текст : непосредственный.

15. Алтухов, А.И. Оптимизация энергопотребления на предприятиях АПК с использованием технологий «умное производство» (промышленный интернет вещей) / А.И. Алтухов, М.Н. Дудин, А.Н. Анищенко. – Текст : непосредственный // Проблемы рыночной экономики. – 2019. – № 1. – С. 58–66.

16. Ануфриенко, А.Ю. Применение средств «Интернета вещей» для автоматизации управления жизненным циклом / А.Ю. Ануфриенко. – DOI 10.18334/vines.10.3.110438. – Текст : непосредственный // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 1093–1100.

17. Барашкова, О.В. Теоретические основания сравнительного анализа экономического развития регионов : специальность 08.00.01 «Экономическая теория» : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Барашкова Ольга Владимировна ; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. – Москва, 2020. – 223 с. – Текст : непосредственный.

18. Бахур, В. Минцифры отказало в легитимности «умным счетчикам» МТС, «Мегафона», «Билайна» и Tele2 / В. Бахур. – Текст : электронный // CNews : [Интернет-издание о высоких технологиях]. – URL: [https://www.cnews.ru/news/top/2021-01-25\\_mintsifry\\_otkazalo\\_v\\_legitimnosti](https://www.cnews.ru/news/top/2021-01-25_mintsifry_otkazalo_v_legitimnosti) (дата обращения: 28.04.2024).

19. Блатова, Т.А. Количественные и качественные аспекты измерения цифровой экономики / Т.А. Блатова, В.В. Макаров, Н.С. Шувал-Сергеева. – Текст : непосредственный // Радиопромышленность. – 2019. – № 4. – С. 63–72.

20. Богатырев, В.Д. Трансформационные процессы инфраструктурных институтов национальной инновационной системы России в условиях импортозамещения инноваций / В.Д. Богатырев, Н.М. Тюкавкин, Б.Н. Васильев. – Текст : непосредственный // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2023. – Т. 14, № 3. – С. 28–40.

21. Боткин, О.И. Национальные аспекты оценки продовольственной безопасности / О.И. Боткин, А.И. Сутыгина, П.Ф. Сутыгин. – Текст : непосредственный // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2016. – Т. 26, № 4. – С. 20–27.

22. Бриссе, Э. Рынок интернета вещей в России может достигнуть \$7,6 млрд / Эрик Бриссе. – Текст : электронный // Инвест-Форсайт : деловой журнал : [сайт]. – URL: <https://www.if24.ru/rynok-interneta-veshhej-v-rossii-mozhet-dostignut-7-6-mlrd/> (дата обращения: 20.09.2023).

23. Бутусов, А. Объем российского рынка IoT в 2021 году достиг 93,5 млрд рублей / А. Бутусов. – URL: <https://iot.ru/promyshlennost/obem-rossiyskogo-rynka-iot-v-2021-godu-dostig-93-5-mlrd-rublej> (дата обращения: 01.03.2022). – Текст : электронный.

24. Бюджет нацпрограммы «Цифровая экономика» может сократиться на 11 млрд рублей. – Текст : электронный // Интерфакс : [сетевое издание]. – URL: <https://www.interfax.ru/business/923482> (дата обращения: 16.10.2023).

25. Ваннах, М. Через «интернет вещей» к «интернету всего» / М. Ваннах. – Текст : электронный // Компьютерра : [сетевое издание]. – URL: <https://www.computerra.ru/183215/chez-internet-veshhey-k-internetu-vsego/> (дата обращения: 21.12.2023).

26. Васина, В.Н. Цифровой человеческий капитал на российском рынке труда: роль интернета и компьютерных компетенций в формировании заработной

платы / В.Н. Васина, И.М. Черненко. – DOI 10.18334/et.8.12.113908. – Текст : непосредственный // Экономика труда. – 2021. – Т. 8, № 12. – С. 1427–1444.

27. Владыка, М.В. Инновационная среда экономики, основанной на знаниях / М.В. Владыка, Ю.А. Дорошенко. – Текст : непосредственный // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. – 2007. – № 1 (32). – С. 168–174.

28. Воейков, Д. «Цифровая экономика» исполнила бюджет хуже всех нацпроектов / Д. Воейков. – Текст : электронный // CNews : [сетевое издание]. – URL: [https://www.cnews.ru/news/top/2020-01-13\\_tsifrovaya\\_ekonomika\\_provalila](https://www.cnews.ru/news/top/2020-01-13_tsifrovaya_ekonomika_provalila) (дата обращения: 20.09.2023).

29. Городнова, Н.В. Индустриальный интернет вещей в России: сущность и перспективы / Н.В. Городнова. – Текст : непосредственный // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 1503–1522.

30. Городнова, Н.В. Метод оценки качества информационных потоков при формировании Big Data в цифровой экономике / Н.В. Городнова. – DOI 10.18334/vines.12.1.114142. – Текст : непосредственный // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12, № 1. – С. 607–624.

31. Довгаль, В.А. Интернет вещей: концепция, приложения и задачи / В.А. Довгаль, Д.В. Довгаль. – Текст : непосредственный // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия: Естественно-математические и технические науки. – 2018. – Вып. 1 (216). – С. 129–135.

32. Доклад о мировом развитии «Цифровые дивиденды» : обзор / Всемирный банк. – 2016. – URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/224721467988878739/pdf/102724-WDR-WDR2016Overview-RUSSIAN-WebRes-Box-394840B-OOU-9.pdf> (дата обращения: 18.04.2023). – Текст : электронный.

33. Дорошенко, Ю.А. Управление инновациями : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 080502 – Экономика и управление на предприятии промышленности строительных материалов / Ю.А. Дорошенко, И.В. Сомина ; Белгородский государственный

технологический университет имени В.Г. Шухова. – Белгород : Изд-во БГТУ, 2011. – 148 с. – Текст : непосредственный.

34. Забуга, Е.В. Инновационная среда кластера / Е.В. Забуга. – Текст : непосредственный // Современные технологии управления. – 2014. – № 11 (47). – С. 13–18.

35. Индикаторы инновационной деятельности, 2023 : статистический сборник / В.В. Власова, Л.М. Гохберг, Г.А. Грачева [и др.] ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : НИУ ВШЭ, 2023. – 292 с. – Текст : непосредственный.

36. Индустрия 4.0 (Германия), промышленный интернет вещей (Industrial Internet of Things) (США): разграничение понятий / Г. Шевер, С. Хюзиг, Г.И. Гумерова, Э.Ш. Шаймиева. – Текст : непосредственный // Инвестиции в России. – 2019. – № 11 (298). – С. 3–8.

37. Исполнение расходов федерального бюджета на реализацию национальных проектов. – Текст : электронный // Министерство финансов Российской Федерации : официальный сайт. – URL: [https://minfin.gov.ru/ru/press-center/?id\\_4=38828-ispolnenie\\_raskhodov\\_federalnogo\\_byudzheta\\_na\\_realizatsiyu\\_natsionalnykh\\_proektov](https://minfin.gov.ru/ru/press-center/?id_4=38828-ispolnenie_raskhodov_federalnogo_byudzheta_na_realizatsiyu_natsionalnykh_proektov) (дата обращения: 15.03.2024).

38. Как интернет вещей меняет бизнес. – Текст : электронный // РБК : [сетевое издание]. – URL: <https://plus.rbc.ru/preview/61f031367a8aa959d425a2e1> (дата обращения: 15.03.2024).

39. Кармышев, Ю.А. Развитие инновационной инфраструктуры в современной России / Ю.А. Кармышев, Л.В. Полунин. – Текст : непосредственный // Региональная экономика: современное состояние и перспективы развития : материалы Международной научно-практической конференции / под редакцией Д.А. Мещерякова. – Воронеж : ВЭПИ, 2002.

40. Карпова, Ю.А. Инновационная среда как объект социологии инноватики: проблема управления / Ю.А. Карпова. – Текст : непосредственный // Инновации. – 2008. – № 10 (120). – С. 45–48.

41. Кастельс, М. Информационная эпоха. Экономика, общество и культура / Мануэль Кастельс ; перевод с английского под научной редакцией О.И. Шкаратана ; Государственный университет Высшая школа экономики. – Москва : ГУ ВШЭ, 2000. – 606 с. – Текст : непосредственный.

42. Кокуйцева, Т.В. Методические подходы к оценке эффективности цифровой трансформации предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности / Т.В. Кокуйцева, О.П. Овчинникова. – DOI 10.18334/се.15.6.112192. – Текст : непосредственный // Креативная экономика. – 2021. – Т. 15, № 6. – С. 2413–2430.

43. Котлер, Ф. Маркетинг менеджмент / Филип Котлер, Кевин Лейн Келлер ; [перевод с английского В. Кузина]. – 15-е изд. – Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2018. – 844 с. – (Классический зарубежный учебник). – Текст : непосредственный.

44. Лapidус, Л.В. Рынок электронной коммерции: оценка ожиданий и потребительского восприятия качества e-услуг / Л.В. Лapidус, Г.В. Бестолкова. – Текст : непосредственный // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 7 (72). – С. 415–418.

45. Лисицкий, Д.В. Пользовательский сегмент единого территориального геоинформационного пространства / Д.В. Лисицкий, С.Ю. Кацко. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 4 (36). – С. 89–99.

46. Лужнова, Н.В. Применение интернет-технологий поискового маркетинга в деятельности организаций / Н.В. Лужнова, О.А. Казиев. – DOI 10.18334/vines.10.2.100897. – Текст : непосредственный // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 1049–1058.

47. Малышева, А.В. О проблемах энергосбережения и эффективности двухтарифных счетчиков / А.В. Малышева, Л.Н. Козина. – Текст : непосредственный // Вестник НГИЭИ. – 2015. – № 2 (45). – С. 51–57.

48. Матвеева, Л.Г. Информационно-цифровой дизайн современного здравоохранения / Л.Г. Матвеева, Ю.Ю. Козель. – Текст : непосредственный // Естественно-гуманитарные исследования. – 2020. – № 31 (5). – С. 153–160.

49. Мингазинова, Е.Р. Теоретические подходы к определению сущности услуг предприятий розничной торговли и их классификация / Е.Р. Мингазинова, А.А. Игнатьева. – Текст : непосредственный // Бюллетень науки и практики. – 2016. – № 10 (11). – С. 237–250.

50. Нестеренко, Е.А. Направления развития цифровой экономики и цифровых технологий в России / Е.А. Нестеренко, А.С. Козлова. – Текст : непосредственный // Экономическая безопасность и качество. – 2018. – № 2 (31). – С. 9–14.

51. Нестеров, А.А. Инновационная среда экономических систем: структура, оценка и управление / А.А. Нестеров. – Текст : электронный // Управление экономическими системами. – 2012. – № 9. – URL: <http://www.uecs.ru/logistika/item/1531-2012-09-12-07-28-02> (дата обращения: 11.09.2019).

52. Николаев, М.В. Инновационная активность в отраслях добычи и переработки нефти как фактор повышения конкурентоспособности региона (на примере Республики Татарстан) / М.В. Николаев, Ю.Э. Халабуда. – Текст : непосредственный // Стратегическое управление организациями: теория и практика инновационного развития : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 3–4 марта 2011 года. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического университета, 2011. – С. 408–418.

53. Овсянников, М.В. Облачная система управления производством в рамках жизненного цикла продукции на основе «интернета вещей» / М.В. Овсянников, С.А. Подкопаев. – DOI 10.18334/vines.10.3.110521. – Текст : непосредственный // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 1311–1318.

54. Овчинникова, А.В. Национальная инновационная система / А.В. Овчинникова. – Текст : непосредственный // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2012. – № 4. – С. 61–69.

55. Панченко, В.Е. Развитие инновационной среды в условиях цифровой экономики: особенности, проблемы, перспективы / В.Е. Панченко,

Н.В. Сироткина. – Текст : непосредственный // Организатор производства. – 2019. – Т. 27, № 4. – С. 61–67.

56. Перспективы Интернета вещей / [Г.В. Димов, М.М. Комаров, С.Г. Приворотская, К.О. Вишневикий]. – Текст : электронный // ИСИЭЗ НИУ ВШЭ : [официальный сайт]. – URL: <https://issek.hse.ru/news/808983139.html> (дата обращения: 15.03.2024).

57. Петрова, В. Инновации со знаком неопределенности. РФ потеряла четыре позиции в «Глобальном инновационном индексе» / В. Петрова. – Текст : электронный // Коммерсантъ : [сетевое издание]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6250698> (дата обращения: 15.03.2024).

58. Плаксин, С. Интернет-экономика в России: подходы к определению и оценке / С. Плаксин, Г. Абдрахманова, Г. Ковалева. – Текст : непосредственный // Форсайт. – 2017. – Т. 11, № 1. – С. 55–65.

59. Подачина, Л.И. Современные подходы к классификации и оценке услуг, влияющих на параметры качества жизни / Л.И. Подачина, Ю.Ю. Суслова. – Текст : непосредственный // Проблемы современной экономики. – 2012. – № 4 (44). – С. 347–351.

60. Портер, М. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов : [перевод с английского] / Майкл Портер. – Москва : Альпина Паблишер, 2011. – 454 с. – Текст : непосредственный.

61. Пригожин, А.И. Нововведения: стимулы и препятствия : (Социальные проблемы инноватики) / А.И. Пригожин. – Москва : Политиздат, 1989. – 270 с. – Текст : непосредственный.

62. Развитие сетей 5G в России. – Текст : электронный // TAdviser : [информационно-аналитический портал]. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Развитие\\_сетей\\_5G\\_в\\_России](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Развитие_сетей_5G_в_России) (дата обращения: 15.09.2023).

63. Романович, Л.Г. Международный опыт стимулирования инновационной деятельности в системе малого предпринимательства : монография / Л.Г. Романович, Е. Рошковану, М. Винокурова. – Белгород : БГТУ имени В.Г. Шухова, 2010. – 151 с. – Текст : непосредственный.

64. Российский статистический ежегодник, 2023 : статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. – Москва, 2023. – 701 с. – Текст : непосредственный.

65. Садырtdинов, Р.Р. Уровень цифровизации регионов России / Р.Р. Садырtdинов. – Текст : непосредственный // Вестник Челябинского государственного университета. – 2020. – № 10 (444). – С. 230–235.

66. Сараев, А.А. Применение технологии «Промышленный Интернет вещей» на предприятии / А.А. Сараев. – Текст : электронный // Политехнический молодежный журнал. – 2021. – № 11 (64). – URL: <https://ptsj.bmstu.ru/catalog/econom/hidden/748.html> (дата обращения: 15.03.2024).

67. Сидоренко, Э.Л. Правовой статус криптовалют в Российской Федерации / Э.Л. Сидоренко. – Текст : непосредственный // Экономика. Налоги. Право. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 129–137.

68. Симикова, И.П. Промышленный интернет вещей: перспективы и риски использования в производстве / И.П. Симикова. – Текст : непосредственный // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 10-8 (78). – С. 155–159.

69. Слепнева, Л.Д. Использование инструментария DataMining в управлении кредитными рисками / Л.Д. Слепнева, В.Б. Кривоберец. – Текст : непосредственный // Экономика промышленности. – 2013. – № 1-2 (62). – С. 303–312.

70. Смородинская, Н.В. Когда и почему региональные кластеры становятся базовым звеном современной экономики / Н.В. Смородинская, Д.Д. Катуков. – Текст : непосредственный // Балтийский регион. – 2019. – Т. 11, № 3. – С. 61–91.

71. Статистика и факты по России. – Текст : электронный // Statista : [бизнес-платформа]. – URL: <https://www.statista.com/regional/643/Russia> (дата обращения: 15.03.2024).

72. Тенденции развития интернета в России и зарубежных странах : аналитический доклад / Г.И. Абдрахманова, О.Е. Баскакова, К.О. Вишнеvский [и др.] ; Координационный центр национального домена сети Интернет ;

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : НИУ ВШЭ, 2020. – 144 с. – Текст : непосредственный.

73. Технология дополненной реальности AR. – Текст : электронный // Увлекательная реальность : [официальный сайт компании]. – URL: [https://funreality.ru/technology/augmented\\_reality/](https://funreality.ru/technology/augmented_reality/) (дата обращения: 15.03.2024).

74. Тоффлер, Э. Третья волна / Элвин Тоффлер ; [перевод с английского К.Ю. Бурмистрова и др.] ; научный редактор П.С. Гуревич. – Москва : АСТ, 2004. – 784 с.

75. Тюкавкин, Н.М. Процессы трансформации информационных систем экономики в цифровую среду / Н.М. Тюкавкин. – DOI 10.18287/2542-0461-2020-11-2-69-75. – Текст : непосредственный // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2020. – Т. 11, № 2. – С. 69–75.

76. Умный город. Индекс IQ городов, 2019. Результаты оценки хода и эффективности цифровой трансформации городского хозяйства в Российской Федерации / Минстрой России. – URL: [https://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/51d/IQ-2019-\\_polnaya\\_.pdf](https://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/51d/IQ-2019-_polnaya_.pdf) (дата обращения: 17.03.2024). – Текст : электронный.

77. Уровень жизни. – Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : официальный сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13397?print=1> (дата обращения: 15.03.2024).

78. Фомин, Г.П. Экономико-математические методы и модели в коммерческой деятельности : учебник для бакалавров / Г.П. Фомин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2021. – 462 с. – (Бакалавр. Академический курс). – Текст : непосредственный.

79. Хайкин, М.М. Сфера услуг в цифровой экономике: вопросы теории и методологии / М.М. Хайкин. – Текст : непосредственный // Цифровая экономика и Индустрия 4.0: новые вызовы : труды научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 2–4 апреля 2018 года / под редакцией А.В. Бабкина. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического университета, 2018. – С. 87–94.

80. Хэ, Яньхай. Промышленный интернет – фундамент глобальных цифровых бизнес-моделей / Хэ Яньхай. – Текст : непосредственный // Управление в социальных и экономических системах. – 2022. – № 31. – С. 61–62.

81. Центр изучения Цифровой (электронной) экономики представил «Программу развития Цифровой (электронной) экономики в РФ до 2035 года». – Текст : электронный // Ассоциация электронных торговых площадок : [официальный сайт]. – URL: <https://aetp.ru/news/item/410256> (дата обращения: 15.03.2024).

82. Цифровая экономика, 2024 : краткий статистический сборник / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский [и др.] ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : НИУ ВШЭ, 2024. – 124 с. – Текст : непосредственный.

83. Черняк, Л. Интернет вещей: новые вызовы и новые технологии / Л. Черняк. – Текст : непосредственный // Открытые системы. СУБД. – 2013. – № 4. – С. 14–18.

84. Чесбро, Г. Открытые инновации. Создание прибыльных технологий / Генри Чесбро ; перевод с английского В.Н. Егорова. – Москва : Поколение, 2007. – 336 с. – Текст : непосредственный.

85. Чистякова, Н.О. Анализ основных теоретических подходов к исследованию инновационной среды региона / Н.О. Чистякова. – Текст : непосредственный // Вестник науки Сибири. – 2011. – № 1 (1). – С. 447–456.

86. Чичерин, А.Е. Эффективность государственного управления экономикой региона: содержание, оценка, направления повышения : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (региональная экономика)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Чичерин Алексей Евгеньевич ; Воронежский государственный университет. – Воронеж, 2019. – 178 с. – Текст : непосредственный.

87. Шумпетер, Й.А. Теория экономического развития : (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры) / Йозеф Алоиз Шумпетер ; перевод с немецкого В.С. Автономова,

М.С. Любского, А.Ю. Чепуренко. – Москва : Прогресс, 1982. – 455 с. – (Экономическая мысль Запада). – Текст : непосредственный.

88. Шумпетер, *Й.А.* Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия / Йозеф Алоиз *Шумпетер*; [перевод с немецкого В.С. Автономова, М.С. Любского, А.Ю. Чепуренко]. – Москва : Эксмо, 2007. – 861 с. – (Антология экономической мысли). – Текст : непосредственный.

89. Электронные медицинские карты (ЭМК). – Текст : электронный // Zdrav.Expert : медтех-портал. – URL: [https://zdrav.expert/index.php/Статья:Электронные\\_медицинские\\_карты\\_\(ЭМК\)](https://zdrav.expert/index.php/Статья:Электронные_медицинские_карты_(ЭМК)) (дата обращения: 10.09.2023).

90. «Интернет вещей» (IoT) в России: технология будущего, доступная уже сейчас / PwC. – 2017. – URL: [https://media.rbcdn.ru/media/reports/IoT-inRussia-research\\_rus.pdf](https://media.rbcdn.ru/media/reports/IoT-inRussia-research_rus.pdf) (дата обращения: 21.07.2023). – Текст : электронный.

91. Center 2M: IoT, M2M. – Текст : электронный // TAdviser : [информационно-аналитический портал]. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:Center\\_2%D0%9C:\\_IoT,\\_%D0%9C2%D0%9C](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:Center_2%D0%9C:_IoT,_%D0%9C2%D0%9C) (дата обращения: 15.03.2024).

92. E-SQMSU: многокритериальная методика оценки качества комплексных электронных услуг и цифровых платформ / Л.В. Лapidус, Ю.М. Полякова, Е.И. Лapidус, И.Г. Торосян. – Текст : непосредственный // Перспективы развития электронного бизнеса и электронной коммерции : материалы III Межфакультетской научно-практической конференции молодых ученых, Москва, 7 декабря 2016 года / под редакцией Л.В. Лapidус ; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, экономический факультет. – Москва, 2017. – С. 98–110.

93. Gartner. – Текст : электронный // Википедия : [онлайн-энциклопедия]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Gartner> (дата обращения: 15.03.2024).

94. Postman как инструмент документации. – Текст : электронный // Хабр : [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/companies/simbirsoft/articles/755382/> (дата обращения: 15.03.2024).

95. Smart Cities: как технологии делают Москву и другие мегаполисы мира умными. – Текст : электронный // ICT.Moscow : открытая площадка о цифровых технологиях в Москве : [сайт]. – URL: <https://ict.moscow/news/smart-cities-market/> (дата обращения: 19.09.2023).

96. TAdviser : [информационно-аналитический портал]. – URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 15.03.2024). – Текст : электронный.

### **Литература на иностранном языке**

97. Ahanger, T.A. State-of-the-art survey of artificial intelligent techniques for IoT security / T.A. Ahanger, A. Aljumah, M. Atiquzzaman. – Text : electronic // Computer Networks. – Vol. 206. – 2022. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2022.108771> (date of access: 01.03.2022).

98. Alguliyev, R.M. The industrial internet of things: the evolution of automation in the oil and gas complex / R.M. Alguliyev, T.Kh. Fataliyev, Sh.A. Mehdiyev. – Text : unmediated // SOCAR Proceedings. – 2019. – No. 2. – Pp. 66–71.

99. Allied Market Research : [website]. – URL: <https://www.alliedmarketresearch.com/> (date of access: 15.03.2024). – Text : electronic.

100. Arpan, P. IoT technical challenges and solutions / P. Arpan, P. Balamuralidhar. – Boston : Artech House, 2017. – 208 p. – Text : unmediated.

101. Atzori, L. Smart things in the social loop: paradigms, technologies, and potentials / L. Atzori, D. Carboni, A. Iera. – Text : unmediated // Ad Hoc Networks. – 2014. – No. 18. – Pp. 121–132.

102. Bhat, S. Applications of IoT and IoT: vision 2020 / S. Bhat, O. Bhat, P. Gokhale. – Text : unmediated // International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. – 2018. – Vol. 5, Issue 1. – Pp. 36–40.

103. Conti, M. The internet of people: a human and data-centric paradigm for the next generation internet / M. Conti, A. Passarella. – URL: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0140366418305127> (date of access: 20.08.2021). – Text : electronic.

104. Cooke, P. Regional innovation systems: institutional and organizational dimensions / P. Cooke, M.G. Uranga, G. Etxebarria. – Text : unmediated // Research Policy. – 2006. – Vol. 26. – Pp. 427–461.

105. De Kleijn, S. How to rise in the IIoT maturity model for the manufacturing industry / S. de Kleijn. – URL: <https://www.ixon.cloud/knowledge-hub/how-to-rise-in-the-iiot-maturity-model-for-the-manufacturing-industry> (date of access: 12.03.2021). – Text : electronic.

106. Edge enabled IoT system model for secure healthcare / L. Tawalbeh, F. Muheidat, M. Tawalbeh [et al.]. – Text : electronic // Measurement. – 2022. – Vol. 191. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.110792> (date of access: 01.03.2022).

107. Fleisch, E. What is Internet of things? An economic perspective : Auto-ID Labs White Paper WP-BIZAPP-053 / E. Fleisch ; Auto-ID Labs. – 2010. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/227984761\\_What\\_is\\_the\\_Internet\\_of\\_Things\\_An\\_Economic\\_Perspective](https://www.researchgate.net/publication/227984761_What_is_the_Internet_of_Things_An_Economic_Perspective) (date of access: 16.10.2023). – Text : electronic.

108. Freeman, C. The national system of innovation in historical perspective / C. Freeman. – Text : unmediated // Cambridge Journal of Economics. – 1995. – Vol. 19, Issue 1. – Pp. 5–24.

109. Gershenfeld, N. When things start to think / N. Gershenfeld. – New York : Henry Holt, 1999. – 225 p. – Text : unmediated.

110. Gilchrist, A. IoT security issues / A. Gilchrist. – Boston : De|G Press, 2017. – 273 p. – Text : unmediated.

111. Gokhale, P. Introduction to IOT / P. Gokhale, O. Bhat, S. Bhat – Text : unmediated // International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. – 2018. – Vol. 5, Issue 1. – Pp. 41–44.

112. Gronroos, C. Service management and marketing / C. Gronroos. – Text : unmediated // West Susse. – 2000. – No. 12. – Pp. 1–3.

113. International Data Corporation (IDC) : [official website of the company]. – URL: <https://www.idc.com> (date of access: 15.03.2024). – Text : electronic.

114. Kranenburg, R. What is IoT? / R. Kranenburg. – URL: <https://www.theinternetofthings.eu/rob-van-kranenburg-what-iot> (date of access: 15.08.2021). – Text : electronic.

115. Machine to machine : [website]. – URL: <http://www.m2m.com/> (date of access: 12.03.2024). – Text : electronic.

116. Measuring the information society report 2015. – Text : electronic // International Telecommunication Union : [official website]. – URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2015.aspx> (date of access: 20.08.2023).

117. Meola, A. What is the Internet of things (IoT)? Meaning & definition / A. Meola. – URL: <https://www.businessinsider.com/internet-of-things-definition> (date of access: 12.06.2020). – Text : electronic.

118. Parasuraman, A.P. ServQual: reconciling performance-based and perceptions-minus-expectations measurement of service quality / A.P. Parasuraman, V.A. Zeithaml, L.L. Berry. – Text : unmediated // Journal of Retailing. – 1988. – No. 64 (1). – Pp. 12–37.

119. Suresh, S. Influence of logistics service quality among customer satisfaction using IOT based techniques / S. Suresh, S. Vasantha. – Text : electronic // Materials Today: Proceedings. – 2021. – Vol. 61. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.764> (date of access: 01.03.2022).

120. The World Bank : [official website]. – URL: <https://www.worldbank.org/en/home> (date of access: 15.03.2024). – Text : electronic.

121. Watts, S. The Internet of things (IoT): applications, technology, and privacy issues / S. Watts. – New York : Nova Science Publishers, InC., 2016. – 118 p. – Text : unmediated.

122. Wessner, Ch.W. Entrepreneurship and the innovation ecosystem policy lessons from the United States / Ch.W. Wessner. – Text : electronic // Papers on Entrepreneurship, Growth and Public Policy. – 2004. – No. 4604. – URL: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/19991/1/2004-46.pdf> (date of access: 15.03.2024).

123. Wielki, J. An analysis of opportunities, challenges and key strategic implications connected with the utilization of the Internet of things by contemporary business organizations / J. Wielki. – DOI 10.14419/ijet.v7i3.13.16333. – Text : unmediated // International Journal of Engineering & Technology. – 2018. – No. 7 (3.13). – Pp. 99–103.

124. Zhang, G. Comprehensive and systematic review of the IoT-based medical management systems: applications, techniques, trends and open issues / G. Zhang, N.J. Navimipour. – Text : electronic // Sustainable Cities and Society. – 2022. – Vol. 82. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103914> (date of access: 01.03.2022).

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

**Таблица А.1 – Концептуальные подходы к формированию и развитию инновационной среды в рамках GREMI-подхода**

Название концепции	Содержание концепции
Концепция агломерации	Агломерационный эффект, описанный в трудах И. Тюнена, В. Лаунхардта и А. Вебера, представлен получением экономической выгоды от пространственной концентрации производств на фоне создания рентных моделей и рынков. Эффекты локализации сокращают транзакционные издержки, повышают производительность труда, используя специализацию предприятий. В агломерациях инициируется развитие знаний, формируется базис инновационной активности и высокотехнологичного сектора. Концепция агломерации представляет дополнительные преимущества предприятий, функционирующих в инновационной среде
Концепция кластерного развития	Данная концепция получила мировое признание после публикации работы М. Портера «Конкурентное преимущество наций», где предлагалась категория «кластер», представляющая группу компаний, отраслей на базе единых каналов коммуникации [60]. Кластеры опирались на феномен «промышленных округов», теорию инноваций, теорию отраслевых рынков, теорию укорененности
Концепция «умной» специализации	Является продолжением кластерного подхода, сформулированного в 2009 году группой европейских ученых (Д. Форай, Б. Холл, П.А. Дэвид). «Умная» специализация сместилась из теоретической сферы в практическую и как элемент вошла в стратегию развития регионов «Региональная политика Европейского союза на 2014–2020 годы», согласно которой финансовая поддержка регионов определяется их инновационными стратегиями, включая науку и уникальные инновационные компетенции [70]
Концепция НИС	Концепция появилась в начале 1990-х годов, представлена Б. Лундваллом, К. Фрименом, Р. Нельсоном и пр. НИС – это «сеть национальных институтов в государственном и частном секторах, взаимодействие которых определяет эффективность инновационных процессов» [108]. НИС включает четыре подсистемы: государство, научно-образовательную сферу, предпринимательский сектор и инновационную инфраструктуру. По своей структуре, НИС – это элемент национальной системы экономики, в которой экономические отношения формируют инновационную деятельность [54]
Концепция РИС	По мнению Ф. Куука, РИС представляет собой «набор узлов в инновационной цепи, с включением компаний, генерирующих инновации» [104]. С институциональной точки зрения, РИС – это совокупность институтов и механизмов их взаимосвязей, влияющих на создание и использование новых технологий. Концептуальная взаимосвязь НИС и РИС основывается на том, что инновационная успешность функционирования предприятий способствует развитию конкурентоспособности территорий [21]

Окончание таблицы А.1

Название концепции	Содержание концепции
Концепция инновационной экосистемы	Ч. Весснер в 2004 году предложил концепцию инновационной экосистемы, представляющую среду, формируемую участниками инновационного процесса, на основе их взаимодействия, направленного на формирование и развитие инноваций [122]. Концепция акцентирует внимание на нелинейных процессах инновационной деятельности, сетевой организации, повышении уровня и качества кооперационных связей участников
Концепция «открытых инноваций»	В 2000-х годах получила свое развитие концепция «открытых инноваций», предложенная Г. Чесбро [84]. Теория «открытых инноваций» определяет намерение компаний опираться на активное привлечение внешних компетенций и результатов лучших мировых практик, способствующих динамике внутренних инновационных процессов, расширению рынков и повышению эффективности инноваций
Когнитивная концепция	Инновационная среда представляет интеграцию локальной системы производства, инновационной деятельности и акторов. Составными элементами инновационной среды являются передовые организационные практики, технологии, М&Л-процессы. Характеристиками инновационной среды выступают знания, организация обучения и перцепция
Аналитическая концепция	В концепции представлены: информация, трансакционные издержки, неопределенность. Среда выступает оператором, осуществляющим снижение неопределенности, а также для реализации функций исследования, сбора, обработки и передачи информации
Организационная концепция	Представляет собой стратегии, сети, организационные формы. Инновационная среда является комбинацией организационных форм создания стратегии фирм, генерирующей организационные процессы, объединяющие локальные сетевые и организационные формы, формирует взаимовыгодное сотрудничество участников
Примечание – Разработано автором.	

## Приложение Б

**Таблица Б.1 – Тренды и эффекты от использования топ-15 цифровых технологий в промышленном секторе**

Цифровые технологии	Направления использования	Индекс значимости
Промышленные роботы	Применяются в целях увеличения технологической гибкости производства, повышения качества продукции, снижения расходов на оплату труда. Сферы использования: точное машиностроение, автомобилестроение, химическое и нефтехимическое производство	1,00
Искусственный интеллект	Современные технологии искусственного интеллекта позволяют осуществить автоматизацию производственных процессов и оптимизацию деятельности не только предприятий, но отраслей промышленности в целом. Все чаще их применяют в ситуациях, в которых или опасно, или невозможно, или малоэффективно задействовать человеческие ресурсы (например, для работы в труднодоступных местах, в условиях вечной мерзлоты или повышенной радиации, на вредных химических производствах)	0,86
Технологии машинного обучения	Используются по мере накопления больших массивов данных о состоянии оборудования, когда персоналу становится не под силу осуществить прогноз ресурсной базы и критически важных неисправностей. Используются для адаптивного контроля операций роботов, помогают осуществлять контроль деятельности персонала в части требований техники безопасности	0,68
Цифровое прототипирование	Используется для проектирования продуктов и визуализации процессов их производства	0,56
Сенсорика	В процессе эксплуатации данные системы позволяют оптимизировать деятельность предприятий, минимизировать простои, осуществлять прогнозирование нагрузки на оборудование, снижать издержки при обслуживании сложных промышленных систем	0,42
Технологии беспроводной связи	Позволяют повысить оперативность процессов управления, качество принимаемых решений	3,00
Технологии блокчейн	Отслеживание цепочек поставок, используемых технологий и операций	0,21
Большие данные	Массивы больших данных используются в широкой сфере приложений: прогноз рыночной ситуации, повышение качества продукции, оптимизация продаж и маркетинга	0,2
Виртуальная и дополненная реальность		0,12
Сервисная бизнес-модель – «товар как услуга»	Используется для изучения пользовательского опыта на основе данных с переносных устройств предприятия при переходе в послепродажном обслуживании: от «ремонта по регламенту» к «ремонту по состоянию»	0,09

Окончание таблицы Б.1

Цифровые технологии	Направления использования	Индекс значимости
Промышленный интернет вещей	Кратно повышает эффективность производства и существенно снижает период окупаемости проектов	0,03
Смарт-контракты	Смарт-контракты и иные электронные сделки, маркетплейсы способствуют повышению промышленной кооперации	0,03
VR-тестирование	Позволяет уменьшить сроки и стоимость разработки новой продукции, тестировать и повышать ее качество	0,02
«Цифровые двойники»	Используются для ускоренного формирования и вывода на рынок новых продуктов на основе интеллектуальной собственности, интернета вещей, больших данных и других цифровых технологий	0,02
«Умные» фабрики	Представляют собой полностью автоматизированные или роботизированные производства, на которых управление процессами осуществляется в режиме реального времени и с учетом изменяющихся условий, обеспечивая связку технологий интернета вещей, анализа Big Data и информационных систем управления бизнес-процессами	0,01
Примечание – Разработано автором на основе: [75].		

Таблица Б.2 – Компании – участники экосистемы цифровых технологий промышленного интернета вещей по критерию «устройства» (производители конечной продукции)

Тип производимой продукции	Компании – участники экосистемы	Зарубежные предприятия
1	2	3
<p>«Умные» счетчики, устройства приема-передачи данных</p>	<p>АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина», Нижегородская обл., г. Арзамас;  АО «Концерн «Энергомера» (АО «Электротехнические заводы «Энергомера», г. Ставрополь);  АО «Тепловодомер», Московская обл., г. Мытищи;  ГК «Росконтроль», г. Челябинск;  ГК «Теплоприбор», г. Москва;  ГК «ТЭМ» (ООО «Энергосберегающая компания «ТЭМ»), г. Москва;  ЗАО Фирма «ТЕСС-инжиниринг», г. Чебоксары;  НПО «Промприбор», г. Калуга;  ОАО «ННПО им. М.В. Фрунзе», г. Нижний Новгород;  ОАО «Пермская Научно-Производственная Приборостроительная Компания (ПНПК)-Квантек», г. Пермь;  ООО НПО «НТЭС», Республика Татарстан, г. Бугульма;  ООО НПФ «ТЕПЛОВОДОХРАН», г. Рязань;  ООО НПФ «Уралтехнология» (НПО «Карат»);  ООО НПФ «Динфо», г. Москва;  ООО ПКФ «Бетар», Республика Татарстан, г. Чистополь;  ООО «АйСиБиКом», г. Москва;  ООО «Аква-С», Московская обл., г. Реутов;  ООО «АТБ Электроника», г. Москва;  ООО «Интелприбор», Московская обл., г. Жуковский;  ООО «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ», г. Краснодар;  ООО «Водоучет СПБ», г. Санкт-Петербург;  ООО «Декаст», г. Москва;  ООО «Завод Взлет», г. Санкт-Петербург;  ООО «МАгматэк», Республика Татарстан, г. Набережные Челны;  ООО «Магрица», Московская обл., г. Балашиха;</p>	<p>Danfoss A/S, Дания;  Dechang Electronic Co., Ltd, Китай;  GlobalSat Technology Corporation, Тайвань;  Groenpower B. V., Нидерланды;  Kamstrup A/S, Дания;  NAS (Nordic Automation Systems), Эстония;  Schneider Electric, Франция;  Sensing Labs, Франция;  Sontex SA, Швейцария;  Utsalink, Китай;  WEHRLER-WERK AG, Германия;  YUDEN-TECH CO., LTD., Тайвань;  ZENNER International GmbH &amp; Co. KG, Германия;  СООО «АРВАС», Республика Беларусь, Минский район, п. Рагомка</p>

Окончание таблицы Б.2

1	2	3
	<p>ООО «МЕТЕР», г. Санкт-Петербург, Новгородская обл., дер. Новая Мельница;</p> <p>ООО «Милур ИС», г. Москва, г. Зеленоград;</p> <p>ООО «Научно-производственное предприятие «ИТЭЛМА Билдинг Системс», г. Москва;</p> <p>ООО «НОВОУЧЕТ», г. Казань;</p> <p>ООО «НПК «Инкотекс», г. Москва, ООО «Новые технологии», г. Казань (ГК «Новые технологии»);</p> <p>ООО «РУСБЕЛГАЗ»;</p> <p>ООО «Рустехнология»;</p> <p>ООО «Самарская электроакустическая лаборатория», г. Самара;</p> <p>ООО «СПБ-ЗИП», г. Санкт-Петербург;</p> <p>ООО «Смартико», г. Москва;</p> <p>ООО «Современные радио технологии», г. Москва;</p> <p>ООО «Сфера экомонных технологий», г. Омск;</p> <p>ООО «Тайпит-Измерительные приборы», г. Санкт-Петербург;</p> <p>ООО «Термотроник», г. Санкт-Петербург;</p> <p>ООО «Телематические Решения» (WAVIoT), г. Москва;</p> <p>ООО «ТЕХНОМИКА», Самарская обл., г. Тольятти;</p> <p>ООО «ТехноЭнерго», г. Нижний Новгород;</p> <p>ООО «Торговый дом «Эквател», г. Набережные Челны;</p> <p>ООО «Эй-Си Электроникс», г. Чебоксары;</p> <p>ООО «Энрон-Энерго», г. Москва;</p> <p>ФГУП ОКБ «Маяк», г. Пермь</p>	
Примечание – Разработано автором.		

## Приложение В

**Таблица В.1 – Структурные взаимосвязи системы показателей оценки эффективности комплекса цифровых технологий, основанных на интернете вещей**

Показатели	Модель формирования технологий	Технология реализации	Этап формирования технологий	Оценивающий субъект экосистемы	Субъект экосистемы, подлежащий оценке
1	2	3	4	5	6
Экономия затрат на оплату цифровых технологий, %	Централизованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап реализации	Органы исполнительной власти	Компании – продуценты технологий
Снижение объема потребления ресурсов, %	Централизованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап реализации	Органы исполнительной власти	Компании – продуценты технологий Ресурсоснабжающие компании
Совокупная стоимость владения системой, тыс. руб.	Централизованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап разработки и внедрения	Органы исполнительной власти	Компании – продуценты технологий Компании-интеграторы и инжиниринговые компании
Срок окупаемости инвестиций в создаваемую экосистему цифровых технологий, годы	Централизованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап разработки и внедрения	Органы исполнительной власти	Компании – продуценты технологий Компании-интеграторы и инжиниринговые компании
Удельные затраты конечных потребителей на внедрение системы и ее обслуживание, тыс. руб.	Централизованная Децентрализованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап разработки и внедрения	Органы исполнительной власти Компании – продуценты технологий Конечные потребители	Компании-интеграторы и инжиниринговые компании
Доля многоквартирных домов, оборудованных «умными» системами учета потребления коммунальных ресурсов, %	Централизованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап реализации	Органы исполнительной власти	Компании – продуценты технологий Компании-интеграторы и инжиниринговые компании

Окончание таблицы В.1

1	2	3	4	5	6
Уровень покрытия территории сетями связи нового поколения, %	Централизованная Децентрализованная	NB-IoT	Этап разработки и внедрения	Органы исполнительной власти Операторы сотовой связи	Операторы сотовой связи
Снижение трудоемкости процесса передачи данных приборов учета, %	Централизованная Децентрализованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап разработки и внедрения Этап реализации	Органы исполнительной власти Компании – производители технологий	Компании-интеграторы и инженеринговые компании
Надежность процесса предоставления цифровых технологий	Централизованная Децентрализованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап разработки и внедрения Этап реализации	Органы исполнительной власти Компании – производители технологий	Компании-интеграторы и инженеринговые компании
Удовлетворенность качеством предоставляемых цифровых технологий, баллы	Централизованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап реализации	Органы исполнительной власти Компании – производители технологий	Компании-интеграторы и инженеринговые компании
Доля цифровых технологий, предоставляемых на основе интернета вещей, %	Централизованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап реализации	Органы исполнительной власти	Компании – производители технологий
Доля постоянно подключенных устройств в системе от общего числа приборов, %	Централизованная Децентрализованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап реализации	Органы исполнительной власти Компании-интеграторы и инженеринговые компании	Компании-интеграторы и инженеринговые компании
Доля активных пользователей экосистемы цифровых технологий на основе интернета вещей, %	Централизованная Децентрализованная	LoRaWAN NB-IoT	Этап реализации	Органы исполнительной власти Компании-интеграторы и инженеринговые компании	Компании-интеграторы и инженеринговые компании
Примечание – Разработано автором.					

**Таблица В.2 – Расчет совокупных затрат по созданию инфраструктуры сетей LoRaWAN для предоставления цифровых технологий в инновационной среде, основанных на интернете вещей, в зависимости от числа подключенных устройств**

Число подключаемых устройств, ед.	Затраты на базовые станции LoRaWAN, тыс. руб.	Затраты на конечное оборудование (счетчики, комплект из 2 шт.), тыс. руб.	Затраты на монтаж устройств, тыс. руб.	Затраты на подключение к серверу, тыс. руб./год	Затраты на активацию устройства на сервере, тыс. руб.	Затраты на доступ к системе учета и управления, тыс. руб./год	Затраты на активацию устройства в системе управления, тыс. руб.	Условно-постоянные затраты, тыс. руб.	Переменные затраты, тыс. руб. [3+4+6+8]* 1+5+7	Общие затраты, тыс. руб. [9+10]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	70	4,5	2	0	0,2	0	0,2	70	6,9	76,9
2	70	4,5	2	0	0,2	0	0,2	70	13,8	83,8
3	70	4,5	2	0	0,2	0	0,2	70	20,7	90,7
4	70	4,5	2	0	0,2	0	0,2	70	27,6	97,6
5	70	4,5	2	0	0,2	0	0,2	70	34,5	104,5
6	70	4,5	2	0	0,2	0	0,2	70	41,4	111,4
7	70	4,5	2	0	0,2	0	0,2	70	48,3	118,3
8	70	4,5	2	0	0,2	0	0,2	70	55,2	125,2
9	70	4,5	2	0	0,2	0	0,2	70	62,1	132,1
10	70	4,5	2	0	0,2	0	0,2	70	69	139
20	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	155,88	225,88
30	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	224,88	294,88
40	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	293,88	363,88
50	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	362,88	432,88
60	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	431,88	501,88
70	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	500,88	570,88
80	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	569,88	639,88
90	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	638,88	708,88
100	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	707,88	777,88
110	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	776,88	846,88
120	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	845,88	915,88

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
130	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	914,88	984,88
140	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	983,88	1053,88
150	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	1052,88	1122,88
160	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	1121,88	1191,88
170	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	1190,88	1260,88
180	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	1259,88	1329,88
190	70	4,5	2	6	0,2	11,88	0,2	70	1328,88	1398,88
200	70	4,5	2	12	0,2	21,48	0,2	70	1413,48	1483,48
210	70	4,5	2	12	0,2	21,48	0,2	70	1482,48	1552,48
220	70	4,5	2	12	0,2	21,48	0,2	70	1551,48	1621,48
230	70	4,5	2	12	0,2	21,48	0,2	70	1620,48	1690,48
240	70	4,5	2	12	0,2	21,48	0,2	70	1689,48	1759,48
250	70	4,5	2	12	0,2	21,48	0,2	70	1758,48	1828,48
300	140	4,5	2	12	0,2	21,48	0,2	140	2103,48	2243,48
350	140	4,5	2	12	0,2	21,48	0,2	140	2448,48	2588,48
400	140	4,5	2	12	0,2	21,48	0,2	140	2793,48	2933,48
450	140	4,5	2	12	0,2	21,48	0,2	140	3138,48	3278,48
500	140	4,5	2	24	0,2	47,88	0,2	140	3521,88	3661,88
550	210	4,5	2	24	0,2	47,88	0,2	210	3866,88	4076,88
600	210	4,5	2	24	0,2	47,88	0,2	210	4211,88	4421,88
650	210	4,5	2	24	0,2	47,88	0,2	210	4556,88	4766,88
700	210	4,5	2	24	0,2	47,88	0,2	210	4901,88	5111,88
750	210	4,5	2	24	0,2	47,88	0,2	210	5246,88	5456,88
800	280	4,5	2	24	0,2	47,88	0,2	280	5591,88	5871,88
850	280	4,5	2	24	0,2	47,88	0,2	280	5936,88	6216,88
900	280	4,5	2	24	0,2	47,88	0,2	280	6281,88	6561,88
950	280	4,5	2	24	0,2	47,88	0,2	280	6626,88	6906,88
1000	280	4,5	2	42	0,2	83,88	0,2	280	7025,88	7305,88
1250	350	4,5	2	42	0,2	83,88	0,2	350	8750,88	9100,88

Окончание таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1500	420	4,5	2	42	0,2	83,88	0,2	420	10475,88	10895,88
1750	490	4,5	2	42	0,2	83,88	0,2	490	12200,88	12690,88
2000	560	4,5	2	84	0,2	143,88	0,2	560	14027,88	14587,88
2250	630	4,5	2	84	0,2	143,88	0,2	630	15752,88	16382,88
2500	700	4,5	2	84	0,2	143,88	0,2	700	17477,88	18177,88
2750	770	4,5	2	84	0,2	143,88	0,2	770	19202,88	19972,88
3000	840	4,5	2	126	0,2	179,88	0,2	840	21005,88	21845,88
3250	910	4,5	2	126	0,2	179,88	0,2	910	22730,88	23640,88
3500	980	4,5	2	126	0,2	179,88	0,2	980	24455,88	25435,88
3750	1050	4,5	2	126	0,2	179,88	0,2	1050	26180,88	27230,88
4000	1120	4,5	2	126	0,2	179,88	0,2	1120	27905,88	29025,88
4250	1190	4,5	2	126	0,2	179,88	0,2	1190	29630,88	30820,88
4500	1260	4,5	2	126	0,2	179,88	0,2	1260	31355,88	32615,88
4750	1330	4,5	2	126	0,2	179,88	0,2	1330	33080,88	34410,88
5000	1400	4,5	2	180	0,2	269,88	0,2	1400	34949,88	36349,88
Примечание – Разработано автором.										



г. Самара, ул. Грозненская 38  
тел.: 8-800-700-21-44  
e-mail: [sales@veha-corp.ru](mailto:sales@veha-corp.ru)  
[veha.online](http://veha.online)

## АКТ

внедрения результатов диссертационного исследования на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Юренкова Дениса Викторовича

на тему **«Трансформационные процессы инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей»**

Результаты диссертационного исследования Юренкова Дениса Викторовича на тему «Трансформационные процессы инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей» используются в управленческой деятельности ООО «ВЕХА-РЕГИОН».

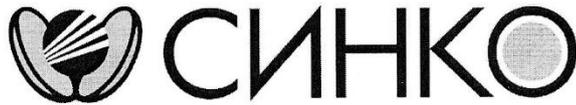
Предлагаемый в диссертационной работе методический подход к принятию решения о предоставлении и развитии цифровых технологий на основе интернета вещей, представленный в виде алгоритма, включающего ряд последовательных этапов, рекомендован к внедрению для опытной проработки в систему инновационных бизнес-процессов компании для обеспечения требуемой эффективности деятельности.

Директор ООО «Вега- Регион»



Артешин В.К.

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
"САМАРСКАЯ ИННОВАЦИОННАЯ КОМПАНИЯ"



443111, г. Самара, ул. Фадеева, 64а, тел./факс: (846) 250-03-77, e-mail: info@sinco.org

www.sinco.org

исх. № 141 от "03" 09 2024 г.

вх. № \_\_\_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

В диссертационный совет 24.2.379.06 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

### СПРАВКА О ВНЕДРЕНИИ

Настоящим подтверждаем, что результаты диссертационного исследования Юренкова Дениса Викторовича на тему «Трансформационные процессы инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей» обладают высокой актуальностью, представляют практический интерес для развития бизнес-процессов инновационной среды организаций России на базе цифровизации. Результаты исследования были внедрены и внедряются при повышении эффективности деятельности ОАО «Самарская инновационная компания» на внутреннем и мировом рынках.

Исполнительный директор \_\_\_\_\_ / Садиванкин С. Г. /





**«УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ ВОЛГАТРАНССТРОЯ»**  
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ**

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Юридический адрес:  
 Россия, 443022, г. Самара, ул. Кабельная, 15  
 Почтовый адрес:  
 Россия, 443022, г. Самара, ул. Кабельная, 15  
 тел.: (846) 276-98-72, факс: (846) 276-97-99  
 e-mail: umvts@volgatransstroy.ru

## СПРАВКА

### о внедрении результатов диссертационного исследования Юренкова Дениса Викторовича

Результаты диссертационного исследования Юренкова Дениса Викторовича на тему «Трансформационные процессы инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей», представленного на соискание ученой степени кандидата экономических наук, использованы в практике деятельности ООО «УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ ВОЛГАТРАНССТРОЯ» в виде:

- 1) практического применения модели формирования стратегии внедрения и оценки эффективности комплекса цифровых технологий в инновационной среде, основанных на интернете вещей;
- 2) практических рекомендаций по развитию инновационной среды на основе цифровых технологий интернета вещей, направленных на технологические прорывы, что позволит повышать конкурентоспособность, эффективность функционирования, оптимизировать бизнес-процессы, уменьшать затраты и получать новые источники дохода.

Директор



С.Н. Сергейчев